

## Rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaaminen



Riikka Salkonen



RATAHALLINTOKESKUS  
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN

Ratahallintokeskuksen  
julkaisuja A 15/2008

## Rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaaminen

Riikka Salkonen

Helsinki 2008



**Ratahallintokeskus**

Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 15/2008

ISSN 1455-2604

ISBN 978-952-445-251-9

Verkkojulkaisu pdf ([www.rhk.fi](http://www.rhk.fi))

ISSN 1797-6995

ISBN 978-952-445-252-6

Kannen ulkoasu: Proinno Design Oy, Sodankylä

Kansikuva: Tommi Mäkelä

Paino: Kopijyvä Oy, Kuopio

Helsinki 2008

**Salkonen, Riikka: Rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaaminen.** Ratahallintokeskus, Liikennejärjestelmäosasto. Helsinki 2008. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 15/2008. 114 sivua. ISBN 978-952-445-251-9, ISBN 978-952-445-252-6 (pdf), ISSN 1455-2604, ISSN 1797-6995 (pdf)

**Avainsanat:** raideliikenteen täsmällisyys, mittaaminen, täsmällisyysmittari

## TIIVISTELMÄ

Täsmällisyyden mittaaminen palvelee useita tarkoituksia. Täsmällisyyttä voidaan pitää rautateiden laadun mittarina, täsmällisyysmittaus voi palvella suunnittelua yksittäisissä projekteissa tai koko verkkoa koskevassa aikataulusuunnittelussa.

Täsmällisyysmittauksia on Suomessa tehty vuodesta 1992 lähtien. Täsmällisyyden mittaamenetelmät eivät ole kuitenkaan kehittyneet samaan tahtiin kuin liikenne rautateilla. Nykyisin, kun asiakkaiden hallinta on entistä merkityksellisempää, rautateilläkin on pystyttävä seuraamaan suorituskäytännön asiakkaan näkökulmasta.

Kansainvälisesti kehitys on kulkenut yhtä hitaasti kuin Suomessa ja eri maiden täsmällisyyden mittaamenetelmät ovat hyvin yksinkertaisia aikataulupoikkeamiin perustuvia täsmällisyysprosentin laskuja. Kullakin maalla on erilaisia menetelmiä ja täsmällisyyden määritteleviä poikkeamien raja-arvoja. Kansainvälisesti yhteinen menetelmä puuttuu vielä.

Nykyisestä suomalaisesta mittarista on löydettävissä selkeitä puutteita, joskin myös hyviä ominaisuuksia. Kehitettäessä uutta menetelmää täsmällisyyden mittaamiseen on tunnettava hyvin nykyinen mittari ja täsmällisyydestä tarvittavan tiedon käyttötarpeet. Jotta puutteiden korjaaminen ja tarpeiden täyttyminen onnistuu, tarvitaan entistä monipuolisempi mittaristo, joka tarkastelee täsmällisyyttä myös uusista näkökulmista.

Työssä kehitetty täsmällisyysmittaristo tarjoaa rautateiden täsmällisyyteen uusia lähestymisnäkökulmia ja mittaa täsmällisyyttä usealla mittarilla, joita voidaan käyttää toisistaan erilläänkin. Asiakkaiden rooli nostetaan entistä merkittävämmäksi ja tarkastellaan myös kustannuksia, joita aiheutuu junien myöhästymisistä.

**Salkonen, Riikka: Punktlighets mätning i järnvägstrafiken.** Banförvaltningscentralen, Trafiksystemenheten. Helsingfors 2008. Banförvaltningscentralens publikationer A 15/2008. 114 sidor. ISBN 978-952-445-251-9, ISBN 978-952-445-252-6 (pdf), ISSN 1455-2604, ISSN 1797-6995 (pdf)

**Nyckelord:** punktlighet i järnvägstrafiken, mätning, punktlighetsmätare

## **SAMMANDRAG**

Punktlighets mätningar bidrar många betydelser. Punktligheten kan räknas som kvalitetens mätare, och mätningarna kan bidra planeringen i enskilda projektena eller i planering av hela järnvägsnätets tidtabeller.

I Finland är punktlighet mätt från år 1992. Metoder att mäta punktlighet har bevarats oföränderliga och har inte utvecklats i samma skifte som trafik i järnvägarna. Nuförtiden är hantering av kundrelationerna mycket mera betydande och också i järnvägstrafiken måste man mäta prestationsförmåga från kundens synvinkel.

Internationellt har punktlighetsmätningen utvecklats lika långsamt som i Finland. Mätningar av punktlighet i olika länder är enkla och grundar sig på kalkylering av punktlighetprosent. Varje land har ändå varierande metoder och olika anledningar att definiera tågets punktlighet. Internationellt gemensam mätningsslag metod saknas ännu.

Från nuvarande finländska mätare kan man hitta tydliga brister, men också många bra egenskaper. När man utvecklar nya metoder för punktlighets mätning måste man känna bra både den nuvarande mätaren och de behoven som anknyter punktlighetsinformation. För att korrigera bristerna och utfylla behoven, kräver man ännu mer mångsidig punktlighetsmätare, som undersöker punktligheten också från nya synvinklar.

Punktlighetsmätaren, som är utvecklat i detta arbete ger nya aspekter för punktlighet och mäter punktlighet med många mätare, som kan användas också individuellt. Kundens roll är mycket mer signifikant och också kostnader som förorsakas av tågets förseningar undersöks.

**Salkonen, Riikka: Measuring punctuality in railway traffic.** Finnish Rail Administration, Traffic System Department. Helsinki 2008. Publications of the Finnish Rail Administration A 15/2008. 114 pages. ISBN 978-952-445-251-9, ISBN 978-952-445-252-6 (pdf), ISSN 1455-2604, ISSN 1797-6995 (pdf)

**Keywords:** railway punctuality, measuring, punctuality measurements

## SUMMARY

Measuring punctuality in railway traffic has many different meanings. It can be used as a quality measurement as much as in individual projects or in timetabling. Railway punctuality has been measured in Finland since 1992. During the past decades the traffic in railways has increased but not many changes have been done to indicators of punctuality.

Nowadays customer management is increasingly more important in all fields and also the railway actors have to be able to follow how the railway customers' punctuality changes from their point of view. While the development of punctuality measurements in Finland has been slow, the situation is similar in the international field. In different countries the methods for measuring punctuality are quite simple, concentrating solely on measuring the deviation of scheduled stops and counting the percentage value of punctual trains. Also, threshold values of punctuality vary between countries and common uniform measurement methods are missing.

Punctuality measurement method that is used now in Finland has several weaknesses, even though at the same time it has many good qualities. These characteristics have to be taken into account when developing new methods for measuring punctuality in railways. The new indicator of punctuality has to be able to answer the needs of punctuality information users. To answer all of the listed factors, new, more diversified indicators are needed. Those new indicators need to look at punctuality from a different perspective than we are used to.

The developed method for punctuality measurements in this research gives railway industry new possibilities to approach and measure punctuality. Different indicators can be used together as well as separately as individual indicators. Customers and cost of unpunctuality also get more attention in new indicators.



## ESIPUHE

Täsmällisyys on yksi keskeisistä matkustajien kokemista laatutekijöistä, minkä vuoksi tutkimuksessa käsiteltävät aiheet ovat erittäin tärkeitä. Täsmällisyyden mittaaminen ja analysointi ovat perusta, jolle junaliikenteen aikataulujen pitävyyttä voidaan rakentaa, parantaa ja kehittää, mikä puolestaan lisää rautatieliikenteen ja joukkoliikenteen houkuttelevuutta. Täsmällisyys ja sen mittaaminen ovat ajankohtaisia aika ajoin esiintyvien täsmällisyysshaasteiden vuoksi. Tässä tutkimuksessa on luotu uusi, entistä kattavampi täsmällisyysmittaristo, joka antaa useita mahdollisuuksia liikennetoteutuman seurantaan.

Tutkimuksen on laatinut tekniikan ylioppilas Riikka Salkonen. Tutkimus on tekijän diplomityö Tampereen teknillisen yliopiston tiedonhallinnan ja logistiikan laitokselle. Työtä ovat ohjanneet professori Jorma Mäntynen Tampereen teknillisestä yliopistosta ja liikenteenhallintayksikön päällikkö Miika Mäkitalo Ratahallintokeskuksesta.

Helsingissä, marraskuussa 2008

Ratahallintokeskus  
Liikennejärjestelmäosasto

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	3
SAMMANDRAG.....	4
SUMMARY .....	5
ESIPUHE.....	6
LYHENTEET JA MERKINNÄT .....	9
1 JOHDANTO.....	10
1.1 Työn tausta .....	10
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset.....	11
1.3 Tutkimusote ja tutkimuksen rakenne.....	12
2 MITTAAMISEN TEORIA JA LIIKENTEEN LAATU .....	15
2.1 Mittaamisen teoria.....	15
2.1.1 Suorituskyvyn mittaaminen.....	17
2.1.2 Mittaamisen vaatimukset.....	19
2.1.3 Uuden mittarin rakentaminen .....	20
2.2 Joukkoliikenteen laatu .....	21
2.2.1 Asiakastyytyväisyys .....	22
2.2.2 Palvelutaso.....	24
2.2.3 Laatu ja täsmällisyys muilla aloilla .....	25
3 RAUTATIELIIKENTEEN TÄSMÄLLISYYS .....	29
3.1 Rautatieliikenteen ominaispiirteet .....	29
3.2 Täsmällisyyteen vaikuttavat tekijät .....	32
3.3 Täsmällisyyden mittaamisen tausta.....	35
3.4 Suomalainen täsmällisyysmittari.....	37
3.4.1 Nykytila .....	38
3.4.2 Erot mittaamisessa henkilö-, tavara- ja lähiliikenteen välillä.....	43
3.5 Epätäsmällisyyden vaikutukset .....	44
3.5.1 Laajuus ja seuraukset.....	45
3.5.2 Kustannusvaikutukset.....	46
4 KANSAINVÄLISET TÄSMÄLLISYYSMITTARIT .....	48
4.1 Pohjoismaat .....	49
4.2 Sveitsi .....	51
4.3 Ranska .....	51
4.4 Alankomaat.....	52
4.5 Belgia.....	52
4.6 Iso-Britannia .....	53
4.7 Japani.....	54
4.8 Yhteenveto.....	54
4.9 Teoriasta täsmällisyyden mittaamiseen.....	57
5 KÄYTÖSSÄ OLEVAN MITTARIN ANALYYSI .....	58
5.1 Nykymittarin SWOT-analyysi.....	58



5.1.1	Suomalaisen mittarin vahvuudet .....	59
5.1.2	Suomalaisen mittarin puutteet .....	60
5.1.3	Suomalaisen mittarin mahdollisuudet .....	65
5.1.4	Suomalaisen mittarin uhat .....	65
5.2	Nykymittari mittaamisen teorian valossa .....	66
5.3	Laadun vaatimukset ja nykymittari .....	69
5.4	Yhteenvedo täsmällisyysmittarin nykytilasta.....	71
6	UUSI TÄSMÄLLISYYSMITTARI.....	72
6.1	Lähtökohdat uudelle mittarille .....	72
6.2	Mittarin määrittely .....	74
6.2.1	Henkilökaukoliikenteen mittari .....	78
6.2.2	Lähiliikenteen mittari .....	82
6.2.3	Tavaraliikenteen mittari.....	83
6.3	Mittarin tekninen toteutus.....	85
6.4	Mittareiden seuranta .....	86
7	UUDEN MITTARIN TOIMIVUUS .....	88
7.1	Täsmällisyys uudella mittarilla.....	88
7.1.1	Asiakastyytyväisyys .....	88
7.1.2	Epätäsmällisyyden syiden seuranta .....	90
7.1.3	Matkan kokonaistäsmällisyys.....	90
7.1.4	Täsmällisyyden raja-arvon muuttaminen henkilökaukoliikenteessä.....	91
7.1.5	Täsmällisyys eri ajankohtina .....	92
7.1.6	Epätäsmällisyyskustannukset mittarina.....	93
7.1.7	Peruttujen junien vaikutus täsmällisyyteen .....	94
7.1.8	Täsmällisyys junatyypeittäin .....	94
7.1.9	Täsmällisyysprosentti vai myöhästymisminuuttien summa .....	95
7.1.10	Täsmällisyyden luokittelu keston mukaan .....	96
7.1.11	Matkustajamäärällä painotettu täsmällisyys.....	97
7.1.12	Lähiliikenteen täsmällisyyden kaksi raja-arvoa.....	98
7.1.13	Lähtö- ja saapumistäsmällisyys tavaraliikenteessä.....	99
7.2	Uuden mittarin analyysi .....	100
7.2.1	Mittarin toimivuuden analyysi.....	100
7.2.2	Vaikutukset.....	101
8	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	103
8.1	Täsmällisyyden mittaaminen.....	103
8.2	Uuden mittarin käyttö.....	104
8.3	Jatkotutkimusaiheet .....	106
8.4	Kehitystyöaiheet .....	107
8.5	Työn arviointi .....	109
8.6	Loppusanat .....	109
	LÄHTEET .....	110

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

Benchmarkkaus	Benchmarkkaus eli vertaisvertailu tarkoittaa oman toiminnan vertaamista parhaaseen vastaavaan käytäntöön.
JKV	Junien kulunvalvonta
JUSE	Junien kulun seurantajärjestelmä, vuodesta 2005 lähtien junien myöhästymistieto on kirjattu JUSEen.
Primäärimyöhästyminen	Primäärimyöhästyminen tarkoittaa myöhästymisiä, jotka johtuvat erilaisista liikenneympäristössä tapahtuvista häiriöistä eivätkä ole riippuvaisia muusta liikenteestä.
Radanpito	Radanpidolla tarkoitetaan radan ja sen rakenteiden, rakennelmien ja laitteiden sekä kiinteän omaisuuden rakentamista ja ylläpitoa.
Ratakapasiteetti	Ratakapasiteetilla tarkoitetaan rataverkon ominaisuuksista johtuvaa, aikaan sidottua rautatiereitin junaliikenteen välityskykyä. (RHK 2007)
Sekundäärimyöhästyminen	Sekundäärimyöhästymisellä tarkoitetaan myöhästymisiä, joiden syynä on jokin toinen myöhässä oleva juna.
SWOT	Nelikenttäanalyysi, jossa tarkastellaan toiminnan vahvuuksia (Strength), heikkouksia (Weakness), mahdollisuuksia (Opportunity) ja uhkia (Threat).
UIC	Union Internationale des Chemins de Fer, Kansainvälinen rautatieliitto.
YTV	Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, YTV, huolehtii muun muassa pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnittelusta ja seudullisesta joukkoliikenteestä. YTV-alueen muodostavat yhdessä Helsinki, Espoo, Vantaa ja Kauniainen.



# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Rautatieliikenteessä matkan kesto on ennalta määritelty ja esitetty aikataulussa minuutin tarkkuudella. Matkustaja pystyy suunnittelemaan matkansa tarkasti ja luotettavasti aikataulun perusteella. Rautatiejärjestelmä perustuu täsmällisiin yhteyksiin ja kaikista kulkumuodoista rautatieliikenteessä täsmällisyysvaatimukset ovat korkealla ja ongelmat luotettavuudessa heijastuvat nopeasti asiakkaiden mielipiteisiin. Linja-autoliikenteessä on rautatieliikenteeseen nähden samankaltainen riippuvuus aikatauluista, mutta täsmällisyyden seuranta on vähäisempää. Henkilöautolla liikuttaessa puolestaan matkan kestosta voi luoda hyviä arvioita, mutta tarkkaa matka-aikaa on vaikea määrittää.

Rautateiden luotettavuutta liikennemuotona voidaan seurata täsmällisyyden avulla. Täsmällisyyttä puolestaan seurataan aikataulun perusteella. Täsmällisyystietoa käytetään myös junaliikenteen toiminnallisessa ja taloudellisessa seurannassa. Liikenteen täsmällisyyttä seurataan erilaisten mittausten ja mittareiden avulla. Aikataulu pelivaroineen on yksi välineistä, jonka avulla voidaan välttää ja minimoida myöhästymisiä, erityisesti sekundäärisiä. Tieto junaliikenteen täsmällisyydestä on yhtälailla tärkeä niin liikenteen suunnittelijalle kuin asiakkaalle. Junien täsmällisyydellä on havaittu olevan selkeä vaikutus niin asiakastytytyväisyyteen kuin matkustajamääriin.

Rautatieliikenteen suunnitteluprosesseissa toteutuneen liikennetiedon kerääminen ja analysointi ovat tärkeää lähtötietoa. Täsmällisyystiedolla on merkittävä rooli etenkin aikataulusuunnittelussa. Rautatiemarkkinoiden kilpailun avautuessa ja uusien rautatieyritysten tullessa markkinoille Ratahallintokeskuksella tulee olemaan yhä enemmän vastuuta aikataulujärjestelmästä. Vastaavasti täsmällisyystiedon analysoinnin ja mittauksen uusin menetelmin täytyy vahvistua Ratahallintokeskuksessa.

Liikenteen täsmällisyys puhuttaa muitakin kuin alan toimijoita; mediassa täsmällisyys nostetaan esille sen heikentyessä. Rautatieliikenteen lisäksi lentoliikenteen täsmällisyys on puhuttanut keväällä 2008. Heikkoon täsmällisyystilanteeseen tartutaan nopeasti monella yhteiskunnan tasolla. Syksyllä 2007 liikenneministeri Anu Vehviläinen pyysi selvitystä Ratahallintokeskukselta ja VR Osakeyhtiöltä junaliikenteen täsmällisyyden ongelmista. Selvityksen taustalla oli vuoden 2007 kesä- heinä- ja elokuussa merkittävästi heikentynyt junaliikenteen täsmällisyys. Kesän tapahtumat näkyivät täsmällisyysmittareissa, kun täsmällisyysprosentti laski alle tavoitetason.

Rautatieliikenteen täsmällisyyttä seurataan asetettujen tavoitteiden täyttymisen kautta. Ratahallintokeskus ja VR Osakeyhtiö ovat asettaneet yhdessä täsmällisyystavoitteet henkilö- ja tavaraliikenteelle. Liikenne- ja viestintäministeriö on asettanut Ratahallintokeskukselle erillisen tavoitteen epätäsmällisyyden aiheuttaneisiin tekijöihin liittyen. Täsmällisyydelle asetettujen tavoitteiden saavuttamista ja täsmällisyyden seurantaa varten täsmällisyyttä mitataan säännöllisesti. Suomalainen täsmällisyysmittari on vuodesta 1992 alkaen tarkastellut täsmällisyyttä prosenttiosuutena määräasemalle ajoissa saapuneista junista. Liikennemäärät sekä ratakapasiteetin käyttöaste ovat kasvaneet vuodesta 1992, ja nykyisin täsmällisyystilanteesta kaivataan entistä tarkempaa tietoa. Täsmällisyysmittariston kehittämiseksi on nähty tarve niin liikennöitsijän kuin rataviranomaisen puolesta.

Yhteiskunnan yleinen kehitys on tuonut mukanaan myös rautatieliikenteen asiakkaiden vaatimusten nousun. Asiakkaiden yksi tärkeimmistä vaatimuksista on täsmällisyys, jonka saavuttaminen muodostuu entistä vaikeammaksi liikennemäärien kasvaessa. Täsmällisyyden taso kuvaa näin myös asiakkaiden tyytyväisyyttä liikenteeseen.

Täsmällisyyden mittauksesta voidaan kansainvälisesti löytää yhtenäisiä piirteitä, kuten syiden luokittelu ja täsmällisyysprosenttien laskeminen, mutta kokonaisuutena täsmällisyyden mittaamisperusteista ei ole kansainvälistä yleistä käytäntöä. Eri maissa käytetään erilaisia perusteita ja mittaristoja. Tästä johtuen eri maiden täsmällisyystuloksia on vaikea verrata luotettavasti keskenään.

Tulosjohtamisen näkökulmasta realiteetti on, että sitä, mitä ei voida mitata, ei voida johtaa. Jos täsmällisyydelle ei aseteta strategisia tavoitteita, sitä ei ole tarpeen edes mitata. Silloin voidaan kysyä, onko epätäsmällisyyttä ollenkaan, jos emme sitä mittaa? Ei ole mielekästä mitata täsmällisyyttä vain mittaamisen ja toteutuneen tilanteen seurannan johdosta. Demingin laatuympyrän (Laamanen, 2005) mukaisesti ympyrän tulee sulkeutua ja mittaamisen ja seurannan jälkeen on tultava analysointi ja toiminta. Täsmällisyysmittarin tuloksilla tulee siis olla merkitystä rautateiden palvelun kokonaisvaltaisessa kehittämisessä. Täsmällisyysmittari on väline, jonka tuottaman tiedon avulla täsmällisyyttä parantavia toimia voidaan toteuttaa.

## **1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset**

Työn tavoitteena on perehtyä täsmällisyyden mittaamisen nykytilaan Suomessa ja kartoittaa rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaamisen vahvuuksia ja heikkouksia. Nykyisen mittarin analysoinnin kautta arvioidaan, miten nykymittari vastaa rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaamisen tarpeisiin. Tässä työssä selvitetään, miten rautatieliikenteen täsmällisyyttä voidaan ja tulisi mitata, jotta täsmällisyystietoa voidaan hyödyntää. Nykytila-analyysin, täsmällisyyteen vaikuttavien tekijöiden, kansainvälisen vertailun ja mittaamisen teorian kautta kartoitetaan täsmällisyyden mittaamisen erilaisia menetelmiä. Työssä pyritään rakentamaan erityisesti Suomen rautatieympäristöön soveltuva mittari. Työssä havaitaan kansainvälisesti yhtenäisen täsmällisyysmittarin puuttuminen, mutta uuden rautatieliikenteen täsmällisyysmittariston kehittämisessä tavoitteena on löytää sopivin ratkaisu ainoastaan Suomeen.

Työssä tarkastellaan sekä henkilö- että tavaraliikennettä samoin kuin kauko- ja lähiliikennettä. Tarkastelun ulkopuolelle jätetään kevyt raideliikenne. Kuten täsmällisyyden seurannassa myös tässä työssä painopiste on henkilöliikenteessä, mutta mittariston kehityksessä tavoitteena on myös tavaraliikenteen täsmällisyysmittariston uudistaminen.

Työssä arvioidaan täsmällisyysmittariston laatua erityisesti käytettävyyden ja tiedonhallinnan näkökulmasta. Täsmällisyystiedon käytön ja täsmällisyyden kehittämisen kannalta on tärkeää, että täsmällisyysmittari ja mittaustulokset ovat luotettavia ja relevantteja.

Tutkimuksen tavoite voidaan kuvata myös tutkimusongelmien muodossa. Tässä työssä tutkimusongelma jakautuu kolmeen kysymykseen, joihin tutkimuksella vastataan.

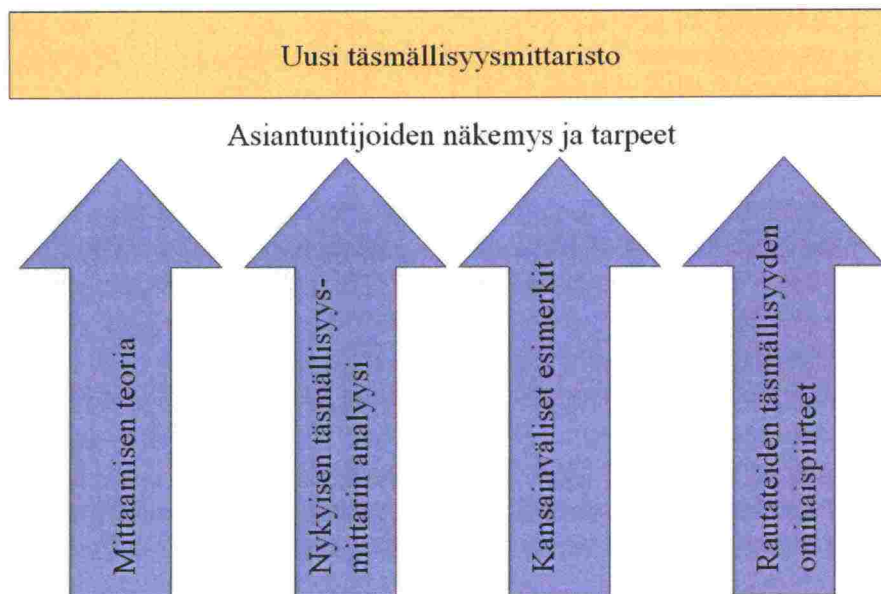


1. Mitä on rautatieliikenteen täsmällisyys ja miten sitä mitataan? Tähän kysymykseen etsitään vastauksia perehtymällä laatua ja täsmällisyyttä käsittelevään kirjallisuuteen sekä kuvaamalla täsmällisyyden mittaamisen nykytilaa.

2. Millaisia ovat Suomessa käytetyn rautatieliikenteen täsmällisyysmittarin puutteet ja vahvuudet? Tähän vastausta etsitään mittaristojen vaatimusten ja eri mittareiden vertailun kautta samoin kuin asiantuntijahaastatteluissa esille tulevien ajatusten pohjalta.

3. Millainen uuden suomalaisen rautatieliikenteen täsmällisyysmittarin tulisi olla? Tämänhetkisen mittarin soveltuvuutta arvioidaan myös tämän näkökulman kautta. Uudentyyppisen mittarin ominaisuuksia testataan ja verrataan, miten täsmällisyystulos muuttuu uudentyyppisellä mittarilla.

Tärkeintä työssä on löytää rautatieliikenteen mittaamiseen uusia menetelmiä, joiden avulla pystytään paremmin kuvaamaan todellista rautatieliikenteen täsmällisyyttä. Tutkimuksen eteneminen voidaan esittää myös kuvan 1.1 mukaisesti vaiheina, joissa ovat mukana mittaamisen teoria, kansainväliset esimerkit, täsmällisyyden ominaispiirteet sekä nykyisen täsmällisyysmittarin arviointi.



Kuva 1.1 Täsmällisyysmittarin kehittämisprosessi.

Uuden mittarin kehityksessä tavoitteena on myös ottaa huomioon asiantuntijoiden näkemykset rautateiden täsmällisyyden mittaustarpeista.

### 1.3 Tutkimusote ja tutkimuksen rakenne

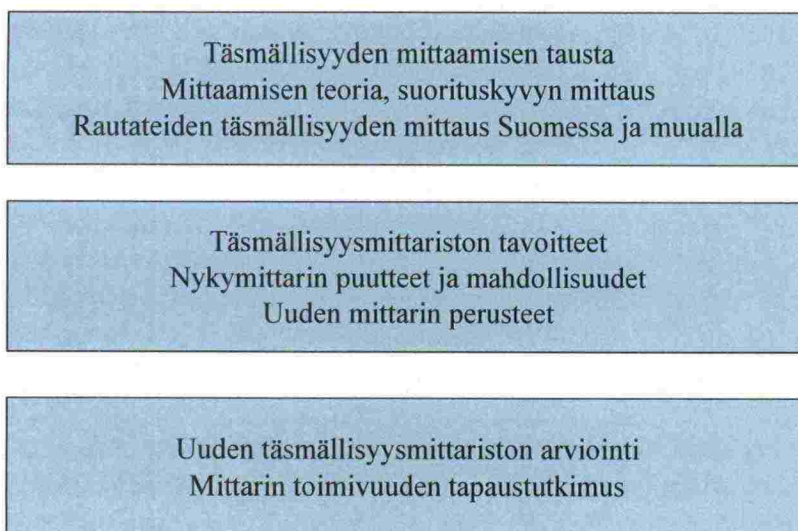
Tämä tutkimus alkaa kirjallisuusselvityksellä, jossa paneudutaan mittaamisen teoriaan, laatuun liikenteessä sekä rautatieliikenteen täsmällisyyteen kotimaassa ja muualla. Kirjallisuusselvitys luo perusteet nykymittarin analyysille ja uuden mittariston luomiselle. Kirjallisuusselvityksen kautta pyritään vastaamaan erityisesti ensimmäiseen tutkimuskysymykseen.

Nykyisen täsmällisyysmittarin kokonaiskuvan saamiseksi ja tulevaisuuden mittarin arvioinnin tukena on käytetty alan asiantuntijoiden haastatteluja. Työ on teoreettinen ja se pohjautuu kirjallisuuslähteisiin sekä kansainvälisiin rautatieympäristöjen täsmällisyyden mittaamisen menetelmäkuvauxsiin. Empiirinen osuus työssä on uuden mittarin toimivuuden tarkastelu, joka on suoritettu luvussa 7.

Tutkimuksessa käytetty tutkimusote on määritetty Suomessa liiketaloustieteessä vakiintuneen Neilimo & Näsin (1980) jaon mukaan. Heidän mukaansa yrityksen taloustieteessä tutkimusotteet voidaan jakaa neljään ryhmään, käsiteanalyttiseen, nomoteettiseen, päätöksentekometodologiseen ja toiminta-analyttiseen tutkimusotteeseen. Tämä tutkimus on tutkimusotteeltaan lähinnä päätöksentekometodologinen.

Päätöksentekometodologisen tutkimusotteen ominaispiirteinä on osoittaa metodi, jolla ratkaistaan tietty ongelma. Tämä tutkimusote ei tuo korostuneessa asemassa esille empiiristä materiaalia, enemmänkin sovellusesimerkin muodossa. Siinä tieteellinen ideaali mukailee logiikkaa ja matematiikkaa ja ratkaistavan ongelman osatekijöinä on usein eksplikoidut olettamukset päätöksenteosta. (Neilimo & Näsi 1980) Näitäkin piirteitä voidaan tässä tutkimuksessa havaita.

Tutkimuksen rakenne voidaan jakaa kolmeen osaan, kuten kuvassa 1.2 esitetään.



Kuva 1.2 Tutkimuksen rakenne.

Rakenteellisesti työ jakautuu kuvan 1.2 mukaisesti kolmeen osaan. Ensimmäisessä osassa, luvuissa 2, 3 ja 4 pureudutaan täsmällisyyden mittaamisen taustoihin, mittaamisen teorian kautta vaatimuksiin ja suorituskvyn mittaamiseen. Lisäksi kartoitetaan kirjallisuuden ja kansainvälisten toimintaympäristöjen tarkastelun perusteella täsmällisyyden mittaamista yleisesti sekä esitellään erilaisia käytäntöjä maailmalta.

Toisessa osassa, luvussa 5, esitellään tavoitteita täsmällisyysmittaristolle ja pohditaan tarkemmin suomalaisen mittariston puutteita ja kehitysmahdollisuuksia. Kirjallisuus selvitysten ja asiantuntijahaastatteluiden pohjalta arvioidaan suomalaista mittaria toimivuuden ja luotettavuuden perusteella. Nykytilan analyysin, puutteiden ja vahvuuksien kartoituksen kautta etsitään perusta täsmällisyyden uusille mittaus-



perusteille. Uuden mittariston esittelyssä, luvussa 6, hahmotellaan uudenlaisen täsmällisyysmittariston rakenne. Uusi mittaristo on saanut piirteitä kansainvälisistä täsmällisyysmittareista, sitä on parannettu nykymittarin arvioinnin perusteella ja osittain rautatieliikenteen toimintaympäristöstä kohonneista tarpeista.

Työn kolmannessa osassa, luvussa 7, uusia mittausperusteita tarkastellaan kriittisesti ja niiden toimivuutta testataan todellisen toteumatiedon avulla. Uuden mittarin testaus suoritetaan sillä tarkkuudella, joka lähtötiedoista on mahdollista, osittain suuntaa-antavien uuden mittarin tilannekuvausten avulla.

## 2 MITTAAMISEN TEORIA JA LIIKENTEEN LAATU

Tässä luvussa tarkastellaan yleistä mittaamisen teoriaa, suorituskyvyn mittaamista ja mittaamisen vaatimuksia. Luvussa pyritään kuvaamaan mittaamisen periaatteet niin, että niiden avulla voidaan arvioida rautateiden täsmällisyyden mittaamista sekä nykymittarin toimivuutta. Suorituskyvyn mittarit ovat tyypillisiä taloudellisen toiminnan seuraamisessa, mutta niiden käyttö myös muissa prosesseissa on tarpeellista. Suorituskyvyn mittaamista ja mittaamisen vaatimuksia on käsitelty yleisellä tasolla, jotta yhteys myös rautatieliikenteen mittaamiseen on löydettävissä.

Suorituskyvyn mittaaminen perustuu laadun seurannan tarpeeseen. Toiminnan luonne tulee määritellä, jotta voidaan ymmärtää, millaisin mittarein sitä voidaan seurata. Joukkoliikenteen laatu on monisisältöinen käsite. Tässä yhteydessä on laatua tarkasteltu niin palvelutason kuin asiakastytytyvyyden kautta.

### 2.1 Mittaamisen teoria

Mittaamisella tarkoitetaan sekä asioiden tilan esittämistä ja kuvaamista että niiden keskinäisten mittasuhteiden jäsentämistä ja luokittelua. Mittarilla puolestaan tarkoitetaan numeerista kuvausta mittauskohteesta. (Roos et al. 2006) Mittauksen tuloksena saadaan yleensä jokin tunnusluku tai laadullinen vertailu. Mittaustulosten käsittely ja esittäminen kuvan muodossa, kuten hajontakaaviona tai trendinä, on usein hyödyllistä. (Rantanen & Holtari 1999)

Mittaamisen yhteydessä törmätään usein lausahdukseen ”mitä et voi mitata, sitä et voi johtaa”. Mittaaminen on siis toimivan organisaation hallinnalle tärkeä tekijä. Kujansivu et al. (2007) toteaa, ettei jokaista asiaa tarvitse kuitenkaan mitata pystyäkseen johtamaan.

Mittaaminen ymmärretään perinteisesti määrälliseksi suureiden, esimerkiksi pituuden, painon tai ajan mittaamiseksi. Ilmiöistä saatava tieto on useimmiten hankittava mittaamalla, toimintojen tutkimisessa tarvitaan useita erilaisia mittareita. Mittari tulee määritellä mitattavan asian tai ilmiön perusteella, joka puolestaan tulee pystyä käsitteellistämään täsmällisesti. Tutkittavalle ilmiölle luodaan konkreettinen mittari eli se operationalisoidaan. (Menetelmäopetuksen valtakunnallinen tietovaranto MOTV 2007, Aumala 2001)

Karinen (2003) puolestaan tarkoittaa mittaamisella teknistä prosessia, jonka avulla organisaation toimintaa kuvataan sovittujen muuttujien avulla. Mittaukseen sisältyy muuttujien arvonmäärittäminen, laskentajärjestelmä (havaintojen yhdistäminen), arviointijärjestelmä (vertailuasteikot), säilytysjärjestelmä sekä mahdollinen ennustejärjestelmä. (Karinen 2003, luku 2.2)

Mitattavan kohteen luonteesta ja mittausvälineestä riippuen mittaus voidaan toteuttaa erilaisilla mittausasteikoilla. Asteikkojen luokittelu noudattaa usein seuraavanlaista jakoa (Karinen, 2003, luku 2.2, Rantanen & Holtari 1999):

- Nominaaliasteikko eli luokitteluasteikko, jossa saman muuttujan arvon omaavat saavat saman mittausarvon.

- Ordinaaliasteikko eli järjestysasteikko, jossa asiat on luokiteltu numeroin ja numerot kuvaavat asioiden keskinäistä järjestystä.
- Intervalliasteikko eli välimatka-asteikko, jossa mittaukset on sidottu numeroihin ja numerot kuvaavat mittausten keskinäistä etäisyyttä sekä järjestystä.
- Logaritmis-intervallinen asteikko, joka eroaa intervalliasteikosta niin, että siinä numeroiden suhde kuvaa mittausten keskinäistä suhdetta.
- Suhdeasteikko, jossa mittaukset on sidottu numeroihin ja numerot kuvaavat sekä kohteiden keskinäistä eroa että suhdetta.
- Absoluuttinen asteikko, joka eroaa suhdeasteikosta numeroiden kuvatessa mittausten yhdenmukaisuutta.

Käytetyn mitta-asteikon lisäksi organisaation mitattavat asiat voidaan luokitella taloudellisiin, aineettomiin ja muihin fyysisiin asioihin. Organisaation kannalta on tärkeää tunnistaa sen toiminnan oleelliset menestystekijät ja mitata näitä tekijöitä erilaisilla mittareilla. Organisaatiossa mittareita voidaan käyttää monenlaisiin tarkoituksiin, kuten päätöksentekoon, kontrollointiin, ohjaamiseen, koulutukseen ja oppimiseen sekä kommunikointiin organisaation ulkopuolelle. Karinen (2003) esittää edellä mainittujen lisäksi mittareiden käytölle hälytys- ja motivointitarkoituksen. (Lönnqvist et al. 2006 s.47 ja 123, Karinen 2003, Neilimo & Uusi-Rauva 2005)

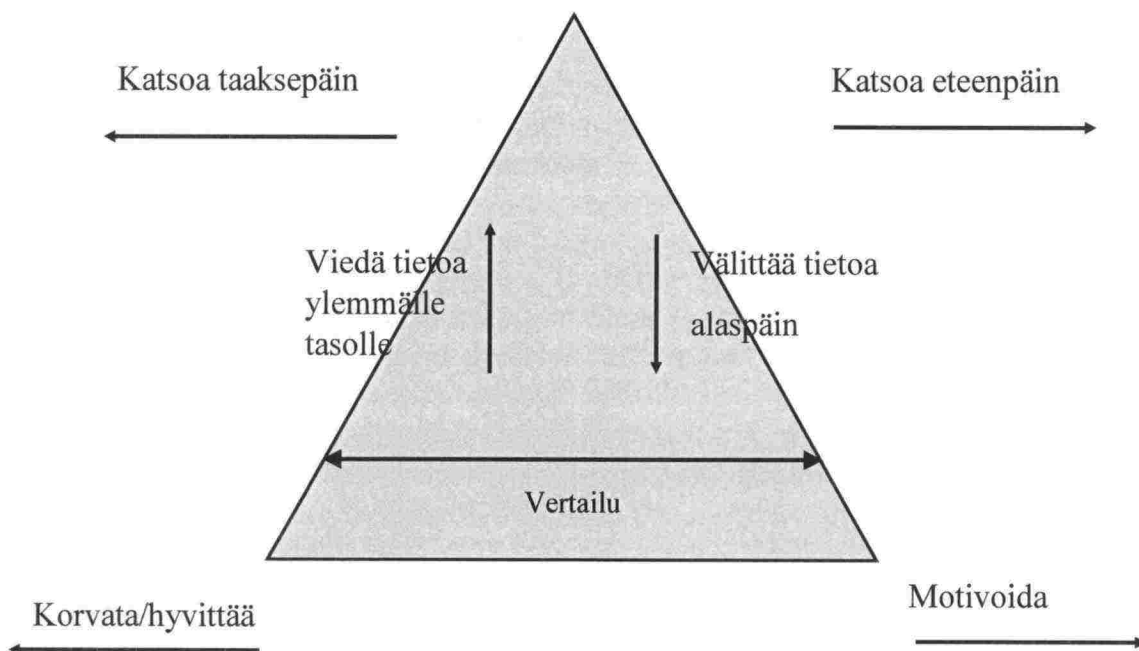
Mittaristo jakautuu usein moneen osaan. Mittareiden toimintasäde vaihtelee, on lyhyen ja pitkän tähtäimen mittareita samoin kuin mittareita, jotka hälyttävät poikkeamatilanteissa. Kujansivu et al. (2007) käyttää mittariston vaihtelevasta koostumuksesta esimerkkinä auton mittaristoa, jossa useampi erilainen mittari on tarkoitettu kukin neuvomaan kuljettajaa eri tavalla. On jatkuvasti tarkasteltavia mittareita kuten nopeus ja toisia, joita havainnoidaan harvemmin tai ainoastaan poikkeamatilanteissa.

Tyypillinen mittauksen käyttötarkoitus on toiminnan nykytilan arviointi. Toiminnan kehittäminen ja kehityksen havainnointi on mahdollista, jos tiedetään lähtötaso. Nykytilan tunteminen antaa perustan myös täsmällisten suunnitelmien tekemiselle. Karinen (2003) toteaa kuitenkin mittareiden käytön päätarkoituksen siirtyneen valvonnasta kommunikaation ja oppimisen suuntaan. (Lönnqvist et al. 2006, Karinen 2003) Kujansivu et al. (2007) toteaa mittareiden olevan johtamisen työkaluja, joiden avulla voidaan hallita monimutkaisia kokonaisuuksia tiivistämällä tulokset yksinkertaiseen muotoon.

Hölttä et al. (1997) toteaa, ettei ole yhtä oikeaa tapaa mitata laatua. Laadun määritelmiä ja lähestymistapoja on lukuisia eikä vain yhtä voida katsoa objektiivisesti ainoaksi oikeaksi. Myös laadun osalta tulee ottaa huomioon yrityksen resurssit ja kohdentaa laatua parantavia tai ylläpitäviä resursseja niihin toimintoihin, joiden avulla päästään parhaimpiin mahdollisiin tuloksiin.

Laatupolitiikan ajatuksena on jatkuva eteenpäin pyrkiminen ja jatkuva kehitystyö. Näiden pohjaksi on kuitenkin saatava tietoa kehittämistyön onnistumisesta. Tämä onnistuu mittausten avulla, joista saatavan tiedon avulla voidaan katsoa taaksepäin

samoin kuin vertailla toimintaa ja kehittää sitä edelleen. (Hölttä et al. 1997) Kuvatut mittaamisen käyttökohteet on tuonut esille myös Meyer (2003). Mittaamisen merkitystä ja käyttökohteita on esitetty kuvassa 2.1, jossa esitetään mittariston seitsemän perustarkoitusta Meyerin (2003) mukaan.



Kuva 2.1 Mittariston perustarkoitukset (Meyer, 2003, s.31).

Ei-taloudelliset mittarit ovat rahamittaiseen tietoon perustumattomia organisaation toiminnan eri osa-alueiden mittareita. Ei-taloudellisten mittareiden tarve on tunnistettu jo 1980-luvulla, kuitenkin niiden merkitys on tullut selväksi vasta viime vuosina. Viime aikoina ei-taloudellisten mittareiden osuus on kasvanut myös suomalaisissa yrityksissä. Mittareiden avulla voidaan muun muassa selventää tavoitteiden viestintää, joskus taloudellisia mittareita helpommin ymmärrettävästi. Toisaalta ei-taloudellisista mittareista puuttuu taloudellisten mittareiden hyvä ominaisuus vakiintuneista laskentaperusteista, ei-taloudellisten mittareiden laskentaperusteet eivät välttämättä ole luotettavia tai niiden tulokset eivät ole vertailukelpoisia eri organisaatioiden välillä. (Lönnqvist et al. 2006 s.30–31) Roos et al. (2006) jakaa aineettoman pääoman mittaamisen kahteen tarkoitukseen, sisäiseen seurantaan ja ulkoiseen raportointiin. Näihin eri tarkoituksiin voi olla tarpeen käyttää myös erilaisia mittareita, sillä niihin tarvittava tieto on myös erilaista.

### 2.1.1 Suorituskyvyn mittaaminen

Mitä tarkoittaa suorituskyky? Suorituksella tarkoitetaan tuloksia, kyvyllä puolestaan pysyvyyttä, toistuvuutta ja tulevaisuuteen liittyvää potentiaalia. Suorituskyky syntyy toiminnan tuloksena, joten suorituskyky ilmaisee mittaamalla hankittua tietoa organisaation suoriutumisesta. Laamanen (2005) esittää, etteivät pelkkä rahoituksen



suunnittelu ja talouden seuranta riittä, vaan tämän lisäksi tarvitaan suorituskyvyn mittareita. Hän toteaa, että parhaimmillaan suorituskyvyn tavoite on esitetty numeroilla, määrittelyllä aikavälillä, jolla tarkastelu suoritetaan. (Laamanen 2005)

Neilimo & Uusi-Rauva (2005) nostavat esille, että suoritusten mittaus ja erilaiset suorituskysymittarit ovat yritysmaailmassa yhä tärkeämpiä tietolähteitä. Suorituskyvyn he määrittelevät mittatavan kohteen kyvyksi saavuttaa asetettuja tavoitteita. Raha-prosessien lisäksi korostetaan reaali-prosessien saattamista ohjauksen ja valvonnan piiriin ja näiden prosessien mittaamisen oikeiden yksiköiden löytymistä. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, s.300) Suorituskky voidaan jakaa sisäiseen ja ulkoiseen. Sisäinen suorituskky tarkastelee organisaation sisällä tapahtuvia toimintoja, kun ulkoinen suorituskky puolestaan voi olla organisaation ulkopuolisen tahon toteuttama. (Rantanen & Holtari 1999)

Suorituskvyylle asetetaan tavoitteet, joita seurataan yksiselitteisten tunnuslukujen ja mittareiden avulla. Suorituskvyn seurannan tulee olla dynaamista, jolloin poikkeamatilanteissa voidaan ryhtyä välittömiin toimenpiteisiin. Myös tunnuslukujen ja mittareiden luotettavuutta ja kelpoisuutta tulee seurata ja niitä korjata tarvittaessa. Tarpeen korjauksille voivat aiheuttaa muun muassa asiakkaiden tarpeet, mieltymykset ja odotukset. (Rantanen & Holtari 1999, Lecklin 2006)

Tilastollisessa mittauksessa tärkeimmät käsitteet ovat keskiarvo ja hajonta (Laamanen 2005). Keskiarvo kuvaa prosessin suorituskkyä, esimerkiksi kuukausittaista täsmällisyystilaa. Hajonta puolestaan kuvaa prosessin hallintaa ja toimintaa, esimerkiksi täsmällisyytilanteen kuukausittaista vaihtelua.

Useissa maissa täsmällisyyttä pidetään rautatieyrityksien tärkeimpänä suorituskvyn ja palvelun laadun mittarina sekä matkustajien että viranomaisten näkökulmasta. (Olsson & Haugland 2004, Vromans 2005, NEA 2003) Täsmällisyyden merkitys on tärkeä niin matkustajille kuin rautatieliikennöitsijöille oman suorituskvyn mittarina. Näiden mittausten toteuttamisessa on kansainvälisesti suuria eroavaisuuksia niin keräystavassa, laadussa kuin kattavuudessaakin. (NEA 2003)

Rakennettaessa uutta suorituskkymittaria tulee ottaa huomioon, että mittari kytkeytyy riittävästi organisaation päämääriin ja tavoitteisiin. Sen tulee olla luotettava ja yksiselitteinen niin laskennaltaan kuin tulkintamahdollisuuksiltaan. Mittariston tunnusluvuilla tulee olla määriteltyinä omistajat, jotka vastaavat tiedon keruusta ja sen luotettavuudesta. Roos et al. (2006) korostaa aineettoman suorituskvyn mittaamisen tavoitteena kohteelle yhteismitallisen määreen löytämistä.

Suorituskvyn mittaamisen hyödyiksi Laasonen (2005) listaa:

- toimintaympäristön muutosten havainnointi
- toiminnan tasapainoinen suunnittelu
- valinnoista viestiminen
- suorituskvyn seuranta ja korjaavat toimenpiteet
- palkitseminen oikeudenmukaisesti
- muutosten mahdollistaminen
- organisaation oppiminen.

Suorituskyvyn mittaamiseen liittyy haasteita ja riskejä. Mittaaminen ohjaa toimintaa voimakkaasti, mutta sen ei tulisi aikaansaada vääränlaista toimintaa. Mittaria rakennettaessa tulee syy-seuraussuhde ymmärtää samoin kuin mittauksen tärkeä yhteys strategian kanssa. Strategian tavoitteet tulee tunnistaa, jotta mitataan sen kannalta oikeita asioita. Toisaalta on tarpeen kuitenkin mitata asioita, joihin voidaan vaikuttaa. Mittarin tuleekin tuottaa tunnuslukuja, joiden avulla voidaan mahdollistaa erilaisia toimenpiteitä. (Laamanen 2005)

Suorituskykymittari on tärkeä sitoa ajan suhteen. Sen avulla tarkastellaan, miten asiat ovat kehittyneet aikaisemmin, mikä on nykytilanne ja mitä odotetaan tulevaisuuden tilanteesta. Nykyinen täsmällisyysmittari on sidottu hyvin ajankohtaan ja sen avulla voidaan helposti vertailla kehitystä Suomessa. Suorituskyvyn mittaamisen yksi tärkeitä käyttökohteita on toiminnan vertailtavuus asianmukaisiin vertailukohteisiin (Rantanen & Holtari 1999, Laamanen 2005). Vertailukohteina voidaan täsmällisyyden osalta käyttää muita maita, vaikka kansainvälistä vertailtavuutta heikentää erilaisten täsmällisyyden mittausmenetelmien käyttö.

Suorituskyvyn mittaaminen voidaan toteuttaa joko määrällisillä tai laadullisilla mittareilla. Monet tärkeät suorituskykymittarit ovat laadullisia (Laamanen 2005). Määrällisiä suorituskyvyn mittareita rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaamisessa on käytössä. Ne ovat myöhästymisten lukumäärään ja kestoon perustuvia mittareita, kun laadulliset mittarit puolestaan mittaavat esimerkiksi asiakastyytyväisyyttä tai koettua täsmällisyyttä.

Mittarin tuottaman tiedon tulisi olla laadultaan sellaista, ettei se liian tarkkaan ohjaa valvontaan ja tuloksien väärään tulkintaan. Mittarit tuottavat usein paljon saatavilla olevaa informaatiota. Tuloksia ei tule kuitenkaan tulkita liian yksityiskohtaisesti. Jokaiseen muutokseen ei ole tarpeen reagoida. Tunnuksien tarjoamaa tietoa tulee osata tulkita ja merkityksellinen tieto erottaa kaikesta saatavilla olevasta tiedosta. (Laamanen 2005)

### **2.1.2 Mittauksen vaatimukset**

Mittarin yleisiä vaatimuksia ovat validiteetti ja reliabiliteetti. Validiteetilla tarkoitetaan mittarin soveltuvuutta ilmiön mittaamiseen, mittarin on siis mitattava sitä mitä halutaankin. Reliabiliteetilla puolestaan esitetään mittarin luotettavuutta mittauksia toistettaessa, pysyvyyttä. Reliabiliteetti kuvaa ikään kuin mittarin käyttö- tai toimintavarmuutta. Se voidaan jakaa kahteen osaan, stabiliteettiin eli pysyvyyteen ajan mukaan ja konsistenssiin eli yhtenäisyyteen. Muita hyvän mittarin ominaisuuksia ovat relevanssi, eli mittarin kyky olla olennainen käyttäjän kannalta sekä käytännöllisyys, joka kuvaa mittarin kustannustehokkuutta, hyöty-vaivasuhdetta. (Lönnqvist et al. 2006, Menetelmäopetuksen valtakunnallinen tietovaranto 2007, Kujansivu et al. 2007, Rantanen & Holtari 1999)

Mittauksen tärkein vaatimus on kuitenkin mittauksen verrannollisuus. Mittaus, jota ei voi verrata mihinkään, on merkityksetön. Mittauksen tulosta tulee pystyä vertaamaan toiseen tulokseen, esimerkiksi aiempaan mittaukseen. Mittausta kutsutaan suhteelliseksi, mikäli mittaukselle ei ole tiettyä normia. Suhteellista mittausta verrataan itseensä toisella ajanhetkellä tai vaihtoehtoisesti samaan mittaukseen eri järjestelmässä. (Kaydos 1999) Asian tuo esille myös Carey (1999), mittauksen tulee olla toistettavissa samoin



menetelmin toisessa paikkaa tai toiseen aikaan. Tämänkaltaisten mittausten avulla voidaan tuottaa vertaisvertailutietoa, benchmarkata. Mittausten, kuten rautatieliikenteen täsmällisyyden kannalta tämä on usein tärkein vaatimus. (Carey 1999)

Ei-taloudellisen suorituskyvyn mittareille Roos et al. (2006) esittää yleisiä vaatimuksia, jonka mukaan toimivalta mittausjärjestelmältä vaaditaan, että

- mittaamisessa käytettävät tunnusluvut liittyvät välittömästi toimintaan, jonka tueksi mittausta tehdään
- tunnusluvun ja kohteen välinen vaikutussuhde on määriteltävissä
- tavoitetasot on määritelty oikein
- mittausjärjestelmä kytkeytyy sille asetettuihin tavoitteisiin; järjestelmä sisältää ainoastaan olennaiset tiedot ja tunnusluvut
- mittausta on oikein tehty.

Roos et al. (2006) esittää vaatimukset myös mittausten tuloksille:

- tulokset ovat tarvittaessa kolmannen osapuolen tarkastettavissa ja
- tulokset ovat mittausteknisesti luotettavia sekä
- tulokset tuottavat oleellista informaatiota.

Mittauksen kohteen valinnassa tulee korostaa niin sanottuja kriittisiä menestystekijöitä, avainalueita, joilla on saavutettava korkea suoritustaso menestyäkseen. Menestystekijöiden avulla voidaan määrittää myös tavoitetekijät, joihin mittarit liitetään. Mittayksiköt saadaan näin mittatavan ilmiön perusteella. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, s.300)

### **2.1.3 Uuden mittarin rakentaminen**

Uuden mittarin kehitystyö jakautuu usein moneen vaiheeseen. Roos (et al. 2006) kuvaa uuden mittausjärjestelmän rakentamisen koostuvan seuraavista vaiheista:

1. Mitattavan toiminnan rajaaminen ja tulosten käyttötarkoituksen määrittäminen
2. Merkittävien sidosryhmien määrittely tarvittavia näkökulmia varten
3. Mittausjärjestelmän luominen
4. Mitattavien asioiden esittely ja niiden ominaisuuksien välisten suhteiden esittely
5. Järjestelmän aktivointi
6. Mittausjärjestelmän soveltaminen sidosryhmien arvotarpeisiin
7. Järjestelmän testaus datalla ja itse mittauksen toteuttaminen

Esitetyistä järjestelmän rakentamisen vaiheista rautatieliikenteen täsmällisyyden mittarin luomisessa tulee ottaa huomioon erityisesti käyttötarkoituksen ja sidosryhmien määrittäminen. Rautatieliikenteen täsmällisyyden osalta asiakkaat; matkustajat ja elinkeino-elämä, ovat merkittävä sidosryhmä, joiden tarpeista ja vaatimuksista tulee muodostua perusteet uudentyyppiselle mittaamiselle. Toisaalta radanpidon tarpeiden tunnistaminen palvelee niin radanpitäjää kuin parannustarpeiden kartoituksen kautta luo edellytykset paremmalle asiakaspalvelulle.

Laamanen (2005) esittää mittausjärjestelmän rakentamisen painottuvan enemmän tiedon hankinnan, varastoinnin, muokkauksen ja analysoinnin jälkeen testaamiseen, muutosten toteuttamiseen sekä seurantaan. Kujansivu et al.(2007) kuvaa mittaamisen rakentuvan

yksinkertaisemmin ainoastaan kolmesta osasta, suunnittelusta, käyttönotosta ja käytöstä. Kuitenkin korostaen, että mittarin suunnitteluun liittyvät kaksi hyvin tärkeää tekijää ovat mitattavan tekijän valinta ja mittarin määrittely.

## 2.2 Joukkoliikenteen laatu

Yleisesti laatu tarkoittaa asiakkaiden tarpeiden täyttymistä yrityksen tai organisaation kannalta tehokkaalla ja kannattavalla tavalla. Tämä voidaan ymmärtää täsmällisyyden osalta tarkoittavan sitä, ettei 100-prosenttista täsmällisyydestä voida kustannustehokkaasti tavoitella keinolla millä hyvänsä. Joukkoliikenteen laatu voi tarkoittaa montaa asiaa, kuten palvelutasoa tai korkeaa turvallisuutta. Tässä kappaleessa laatua on tarkasteltu asiakastytyvyyden ja palvelutason kautta.

Arvioitaessa palvelutasoa tarkastellaan erikseen joukkoliikennematkan laatutekijöitä. Täsmällisyys on yksi näistä tekijöistä. Tässä yhteydessä täsmällisyys määritellään toteutuneen matka-ajan vastaavuutena matkustajan oletamaan matka-aikaan. (LVM 2007a)

Joukkoliikenteen kokonaislaadun nähdään koostuvan seitsemästä päätekijästä. Nämä osat on jaettu tärkeysjärjestykseen ja niille on annettu painoarvo. Tämän laatu-luokittelun mukaan reitti, linjasto, luotettavuus sekä matka-aika muodostavat yhdessä tärkeimmän joukkoliikenteen laadun osatekijän. Näiden painoarvo on 31 % kokonaislaadusta. Reitin, linjaston, luotettavuuden ja matka-ajan yhdessä muodostama osuus jakautuu osiin niin, että suurinta osuutta edustaa luotettavuus ja aikataulussa pysyminen. Sen osuus kokonaislaadusta on 11 % muiden ollessa vuoroväli (8 %), matka-aika (7 %) ja linjaston kattavuus (6 %). (LVM 2007a)

Rautatieliikenteen toiminnan laadun takaamiseksi ovat neljä seuraavaa tekijää tärkeitä: turvallisuus, täsmällisyys, tehokas kapasiteetin käyttö sekä kustannustehokkuus. Erityisesti täsmällisyyden merkitys on rautatieliikenteen laadulle elintärkeää. (UIC 450-1, UIC 450-2) Näiden lisäksi rautatieliikenteen laatuun vaikuttavat kaluston ominaisuudet kuten kunto ja matkustusmukavuus, jotka vaikuttavat erityisesti asiakkaiden tyytyväisyyteen.

Lecklin (2006) esittää tämän päivän laadun lähtökohtana olevan sidosryhmät. Sidosryhmistä tärkeimpinä hän nostaa esille asiakkaat ja heidän tarpeensa, vaatimukset ja odotukset. Rautateillä asiakkaina ovat niin henkilöliikenteen matkustajat kuin tavara-liikennettä käyttävä elinkeinoelämä. Korkeaa laatua ei voida taata sisäisen toiminnan tehokkuudella, vaan edellytyksenä on asiakkaan näkemys. Asiakastytyväisyys on laadun kehittämisen kannalta ensiarvoisen tärkeää. (Lecklin 2006)

Täsmällisyyden ja asiakastytyvyyden välinen korrelaatio on tunnistettu muun muassa NEAn (2003) toteuttamassa Euroopan laajuudessa vertaisvertailussa, jossa osana vertailua tutkittiin asiakastytyvyyden ja täsmällisyyden välistä yhteyttä. Vertailututkimuksen löytämä tulos asiakastytyvyyden ja täsmällisyyden välisestä korrelaatiosta on vasta alustava, mutta sen mukaan korkea mitattu täsmällisyys ja hyvä asiakastytyväisyys sekä alhainen mitattu täsmällisyys ja huono asiakastytyväisyys korreloivat merkittävästi keskenään. Tulos käytettyine oletuksineen muun muassa asiakkaiden vaatimuksista ei kuitenkaan ole pätevä esimerkiksi Japanissa, jossa



matkustajien odotukset täsmällisyyden ja laadun suhteen ovat merkittävästi korkeammalla. (NEA 2003)

Laadun kehittämisen kannalta asiakastyytyväisyyden mittaaminen ja erityisesti sen kehittäminen ovat tärkeitä prosesseja. Mittaamisprosessi on kytkettävä yrityksen johtamisjärjestelmään ja tulosten hyödyntämisen kannalta mittauksilla tulee olla riittävä tietotekniikkatuki. Asiakastyytyväisyyden mittaamisprosessi voidaan jakaa viiteen vaiheeseen seuraavan järjestyksen mukaisesti (Lecklin 2006):

1. Käyttökohteiden selvittäminen
2. Mittaustavan suunnittelu
3. Mittareiden rakentaminen
4. Mittaussystematiikan toteutus
5. Mittaamisen kehittäminen ja liittäminen muihin järjestelmiin

Rautatieliikenteen selviäminen liikennemarkkinoilla on pitkällä aikavälillä kiinni laadun valvonnan ja seurannan tehostamisesta ja laadun parantamisen huomioon ottamisesta suunniteltaessa kehittämistoimenpiteitä. Laadun tarkkailun yksi avainmittareista on täsmällisyys. (UIC 407-2) Myös täsmällisyysmittaristoa tulee kehittää niin, että se parhaiten vastaa laadun tarkkailun vaatimuksia.

### **2.2.1 Asiakastyytyväisyys**

Asiakastyytyväisyys tulee ottaa huomioon rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaamisjärjestelmässä, sillä on tärkeää mitata täsmällisyyttä myös palvelun käyttäjien näkökulmasta. Heikko täsmällisyys näkyy voimakkaasti matkustajien tyytyväisyydessä palveluun.

Asiakastyytyväisyyden mittaamisen peruslähtökohtana Laamanen (2005) esittää paremman asiakastyytyväisyyden johtavan kannattavampaan liiketoimintaan. Asiakkaista saadaan tietoja, kun heidän kanssaan ollaan vuorovaikutuksessa. Asiakastyytyväisyysmittauksen avulla saadaan tietoa siitä, miten organisaatio voi parantaa tuotteitaan tai palveluitaan. Asiakastyytyväisyysmittauksilla tutkitaan palveluiden arvoa tai kerätään palautetta. Esimerkkeinä asiakastyytyväisyyden mittauksista Kujansivu et al. (2007) esittää muun muassa toimituksen täsmällisyyden, reklamaatioiden määrän ja menetettyjen asiakkaiden suhdeluvun.

Asiakastyytyväisyydestä rautateillä ei ole yhtenäistä kansainvälistä mittaristoa, kuitenkin eurooppalaisten arvostus ja odotukset ovat hyvin samankaltaisia ja näin ollen jossain määrin vertailukelpoisia. Aasian kehittyneissä maissa, kuten Japanissa, odotukset ovat huomattavasti korkeampia ja asiakastyytyväisyystulokset eivät näin ollen ole eurooppalaisten tulosten kanssa vertailukelpoisia. (NEA 2003) Kansainvälisessä vertailututkimuksessa asiakkaiden tyytyväisyyttä rautatieliikenteeseen tarkasteltiin kuudella erilaisella mittarilla. Näistä yksi oli täsmällisyys ja tyytyväisyys täsmällisyystasoon. Asiakastyytyväisyyttä mitattiin myös yhdellä kokonaisarvosanalla.

Koetun täsmällisyyden mittaamisesta ei ole paljoa kokemuksia. Täsmällisyyden mittaaminen on jo pitkään toteutettu ainoastaan toteutuneen, todellisen täsmällisyystiedon perusteella. Tukholman alueen lähiliikenteen täsmällisyyttä tutkineen selvityksen

(Landstings-Revisorerna 2006) mukaan säännölliset toteutuneen sekä koetun täsmällisyyden mittaukset luovat päätöksenteon perusteet täsmällisyyden kehittämiseen. Ruotsissa koettua täsmällisyyttä mitataan ajanhallintaan tyytyväisten matkustajien osuutena. Ajanhallinnalla tässä yhteydessä tarkoitettiin liikenteen täsmällisyyttä ja peruttujen vuorojen määrää. Matkustajien kokemaa täsmällisyyttä on mitattu myös Belgiassa, jossa vuoden 2007 lokakuussa tehdyssä kyselyssä 10 700 matkustajasta 65 % oli kokenut myöhästymisen. (Infrabel 2007)

Päätöksenteon tueksi voidaan asiakastyytyväisyyskyselyiden avulla tuottaa tietoa muun muassa siitä, kuinka moneen matkustajaan epätäsmällisyys vaikutti. Koetun täsmällisyyden mittari kertoo osuuden tyytyväisistä matkustajista, mutta tämäkään mittari ei tuota tietoa matkustajien kokonaismäärästä. Ennen koetun täsmällisyyden mittarin käyttöönottoa tulee varmistaa sen reliabiliteetti eli pysyvyys sekä sen tuottamien tulosten tarkkuus. Tukholman aluetta käsittelevän selvityksen asiakastyytyväisyysmittaukset osoittivat, että ajanhallinta vaikuttaa kaikista laatutekijöistä eniten asiakastyytyväisyyteen. (Landstings-Revisorerna 2006)

Ruotsissa on esitetty, että asiakastyytyväisyyden avulla täsmällisyyttä mitattaisiin kolmella eri tasolla. Suurin mittaus kattaisi 18 000 matkustajaa ja se toteutettaisiin kaksi kertaa vuodessa mielipidekyselyn avulla. Seuraavan tason mittauksia suoritettaisiin kerran vuodessa puhelinhaastatteluina ja ne kohdistettaisiin alueen asukkaisiin. Tähän mittaukseen liittyisi myös vertaileva kysely kahdeksassa Euroopan suurkaupungissa. Kolmannen tyypinen mittaus toteutettaisiin puolestaan kuusi kertaa vuodessa osana liikennöitsijöiden kanssa tehtyä sopimusta ja siinä seurattaisiin laatukannusteiden osuuksia. (Landstings-Revisorerna 2006):

Suomessa lähiliikenteessä YTV seuraa junaliikenteen asiakastyytyväisyyttä kahdesti vuodessa tehtävällä mittauksella, joka kattaa kaiken YTV-liikenteen. Asiakastyytyväisyyden arvosanasta ei voida erotella juna- tai bussiliikenteen asiakastyytyväisyyttä. (YTV 2008b)

VR Osakeyhtiö liikennöitsijänä mittaa asiakastyytyväisyyttään kattavasti kerran vuodessa. Täsmällisyys ja täsmällisyystason muutokset näkyvät merkittävästi asiakastyytyväisyystuloksissa. Kuitenkin epätäsmällisyyden vaikutus heijastuu kestoja pidemmälle ajalle. Asiakkaan tyytyväisyys rautatieliikenteen palveluun palautuu hitaasti. Asiakaspalautteissa täsmällisyys puolestaan näkyy nopeammin. Täsmällisyystason laskiessa alle 90 % negatiivinen asiakaspalaute lisääntyy voimakkaasti. (Paavilainen 2008) Täsmällisyyden ja asiakastyytyväisyyden välillä nähdään suomalaisessa toimintaympäristössä, kuten kansainvälisestikin, olevan voimakas yhteys.

Tavaraliikenteessä VR Cargo tekee erillisiä asiakastyytyväisyyskyselyjä. Se on ottanut käyttöön kansainvälisen TRI\*M-menetelmän, jossa asiakkaita pyydetään vertaamaan VR Cargoa asiakkaan eniten käyttämään autokuljetusyritykseen. Tutkimuksessa havaittiin eroja tuoteryhmien asiakastyytyväisyyden välillä, muun muassa metsäteollisuudessa arvosanat olivat kilpailijaa paremmat ja metalliteollisuudessa jonkin verran kilpailijaa heikommat. Kaikki toimialat mukaan lukien VR Cargon TRI\*M-indeksi oli 62, kun se oli kilpailijalla 67. (VR-Yhtymä 2008e)



Tunnistamalla matkustajat ja heidät matkustustottumukset sekä keräämällä asiakastietoa saadaan arvokasta informaatiota palveluiden kehittämiseen. Täsmällisyyden mittaamisen kehittämisessä asiakastietoa voidaan käyttää erilaisten täsmällisyyden painotusperiaatteiden määrittelyssä. Asiakkaiden määrittelemien palveluiden arvotusten tulisi olla myös täsmällisyyden arvotusperusteita.

### **2.2.2 Palvelutaso**

Palvelun ja palvelutason voi jokainen ymmärtää erilailla. Palvelutason määrittelemisessä avainasemassa ovat asiakkaat ja heille tarjottava matkan laatu. Palvelutaso kuvaa matkan kokonaislaatua matkustajan kannalta ja sen tärkein osatekijä on matka-aika. Palvelutaso ja hinta yhdessä muodostavat matkavastuksen. Matkavastuksella kuvataan matkustuskokemuksen laatua. Matkavastus kuvaa eri tekijöitä yhteismitallisesti ja painottaa tekijät merkittävyydellä, joita ne matkustajille edustavat. Palvelutason mittana on aina asiakas ja palvelutasoa voidaan mitata, mikäli on mahdollista luoda kriteeristö asiakkaan tarpeiden ja halujen pohjalta (Kerosuo 2002). Matkavastusta, samoin kuin palvelutasoa käytetään kuvattaessa joukkoliikenteen laatua.

Liikenteen palvelutasoa määritettäessä yhtenä osatekijänä on matka-aika. Täsmällisyyden muutoksen vaikutus voidaan ottaa huomioon matka-ajassa, laskemalla keskimääräisen myöhästymisajan muutoksen ja matkustajamäärän tulo. Tämä on siis yleinen periaate käsiteltäessä kaikkea joukkoliikennettä, ei yksin rautatieliikennettä. Täsmällisyys tulee suunnittelussa näin vaikuttamaan liikkumisen ja myös rautatieliikenteen matkavastukseen. (LVM 2007a)

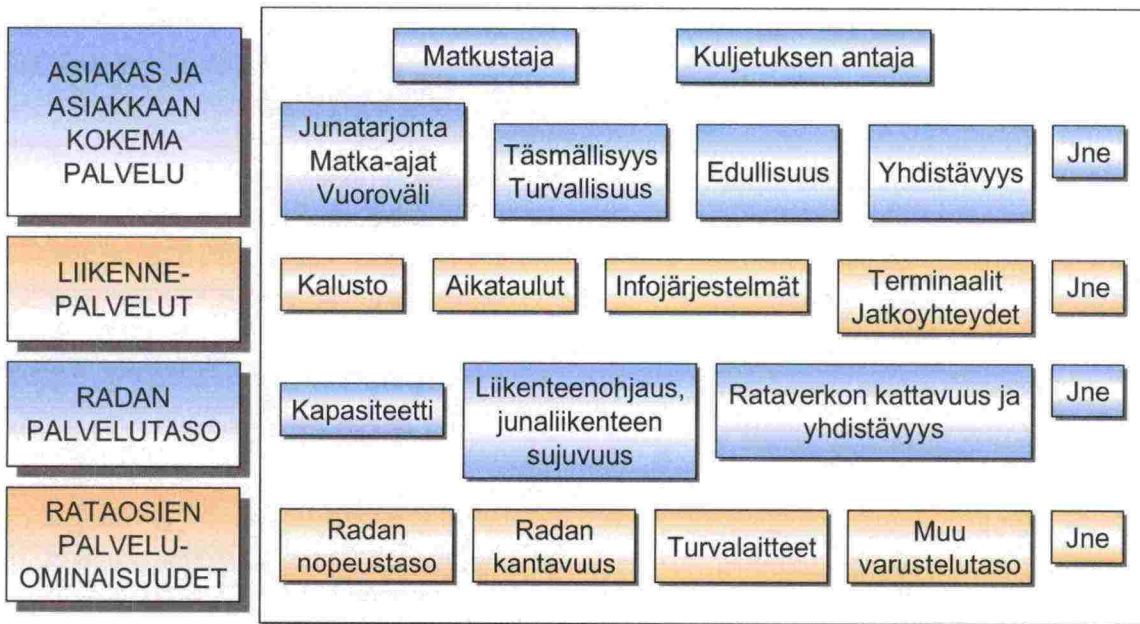
Täsmällisyyden voidaan nähdä vaikuttavan yleiseen matkavastukseen myös niin sanotun nousuvastuksen kautta. Nousuvastus kuvaa tiettyyn reittiin liittyvää muuta vastusta ja se voi sisältää muun muassa vaihtotarpeeseen tai juuri epätäsmällisyyteen liittyviä ominaisuuksia. Raideliikenteelle on käytetty muuta joukkoliikennettä pienempää nousuvastusta, sillä raideliikennettä on pidetty muita liikennemuotoja säännöllisempänä ja täsmällisempänä. On havaittu viitteitä, että junamatkustajat olisivat valmiita hyväksymään pidemmän keskimääräisen matka-ajan kuin esimerkiksi linja-autoliikenteessä. Nousuvastuksen keskimääräinen arvo on noin 3–16-kertainen matka-aikaan verrattuna. (LVM 2006) Täsmällisyyden vaikutusta palvelutasoon voidaan kuvata myös liikennemuotokohtaisten vastusten eroilla, esimerkiksi juna vastaan bussi. (LVM 2007a)

Palvelutason tärkeimpänä osatekijänä joukkoliikenteessä on matka-aika, jonka yksi osatekijä puolestaan on odotusaika. Harvemmin kuin 10 minuutin vuorovälein liikennöitävässä joukkoliikenteessä, kuten useimmiten junaliikenteessä, matkustajat seuraavat aikatauluja ja odotusaika on lyhyempi. Tällöin korostuu täsmällisyyden merkitys, sillä odotusajan epämiellyttävyys on verrannollinen aikataulujen täsmällisyyteen. Odotusajan matkavastuksen kerroin voi vaihdella välillä 1,7–3,7. (Mäntynen et al. 2006, Ojala & Pursula 1994) Ruotsalainen selvitys (Landstings-Revisorerna 2006) arvioi myöhästymisajan olevan noin 3–5-kertainen normaaliin matkustusaikaan nähden.

Rautateiden palvelu voidaan myös hahmottaa pelkkää liikennettä laajemmaksi kokonaisuudeksi, josta rautateiden eri toimijat vastaavat yhdessä. Kerosuo (2002) määrittelee koko rautateiden palvelun koostuvan liikenteenohjauksesta, junatarjonnasta,

terminaaleista, kuljetusketjuista sekä asiakkaan saamasta palvelusta. Lähiliikenteen tärkeimmiksi palvelutasovaatimuksiksi Kerosuo (2002) listaa junatiheyden, säännöllisyyden ja täsmällisyyden, kun taas kaukoliikenteelle nämä ovat sujuvuus, nopeus ja mukavuus. Täsmällisyys on merkittävä palvelutasovaatimus myös tavaraliikenteelle ja yhdistetyille kuljetuksille. (Kerosuo 2002)

Kuvassa 2.2 on esitetty rautatiejärjestelmän näkökulmasta palvelutason osatekijät. Siinä on palvelutasoa käsitelty niin matkustajien kuin kuljetusten näkökulmasta, yhtenä kokonaisuutena. Palvelutason yhtenä osana on täsmällisyys, joka vaikuttaa erityisesti asiakkaaseen ja asiakkaan kokemaan palveluun.



Kuva 2.2 Rautateiden palvelun osatekijöitä (Kerosuo 2002).

Kuvassa 2.2 tunnistettujen rautateiden palvelutason osatekijöiden lisäksi palvelutasoon vaikuttavat tietojen saatavuus sekä lippujen hankinnan helppous, informointi erityisesti häiriötilanteissa, henkilökunnan tarjoama palvelualttius sekä junien siisteys. (Paavilainen 2008)

Täsmällisyyden vaikutus ja matka-ajan muutos voidaan arvottaa rahamääräiseksi aikakustannusten yksikköarvojen avulla. (LVM 2007a) Matka-ajan yksikköarvo joukko-liikennematkustajalle on Tiehallinnon ohjeen (2005) mukaan noin 8 €/tunti. Ratahallintokeskuksen ohjeen mukaan keskimääräinen junamatkustajan ajan arvo on noin 7,1 €/tunti. Arvo on saatu käyttäen määrittäessä junamatkustajien normaalia jakaumaa työ- ja vapaa-ajan matkustajiin ja näiden ajanarvojen erisuuria painotuksia. (RHK 2004)

### 2.2.3 Laatu ja täsmällisyys muilla aloilla

Laatua ja toiminnan täsmällisyyttä mitataan muillakin aloilla. Rautatieliikenteen täsmällisyyden kannalta muiden alojen tapa mitata täsmällisyyttä antaa vertailukohdan omalle mittaukselle. Rautatieliikenteen tapaa seurata täsmällisyyttä on usein verrattu lentoliikenteen täsmällisyyteen. Lentoliikenteessä mittausperiaatteet ovatkin samankaltaisia. Muillakin aloilla voi olla annettavaa vertaisvertailun avulla. Tieliikenteestä tai



jopa teollisuudesta voi löytyä uusia tapoja, joista voidaan oppia uutta nyt melko yhtenäiselle ja yksinkertaiselle tavalle mitata rautatieliikenteen täsmällisyyttä.

Yritysmailmassa laadun merkitys ja tarve sen mittaamiselle on kasvanut viime vuosina merkittävästi. Laatuajattelu on kehittynyt yrityksen kokonaisvaltaiseksi toimintatavaksi. Puhutaan termistä TQM eli Total Quality Management, jonka mukaan laatu on yritysten tärkein menestystekijä. (Rantanen & Holtari 1999) Laatujohtamisen tavoitteena on organisaatiossa työskentelevien hyödyn lisäksi koko yhteiskunnan hyötyminen yhdessä asiakastytyväisyyden kasvun kanssa. (Hölttä et al. 1997) Laatu on helppo mitata tavaroiden kohdalla, mutta aineettomien asioiden mittaaminen on vaikeampaa. Hölttä et al. (1997) esittää kysymyksen, miten mitata sitä mitä ei nähdä? Täsmällisyyden mittaamisen kohdalla tulee eteen samanlainen kysymys, miten asiakastapahtuman laatua voidaan mitata?

Leclin (2006) arvioi laatua tulevaisuudessa. Hän esittää, että yhteiskunnan rooli tulevaisuuden laaduntekijänä on entistä enemmän integroitunut yritystoiminnan kanssa. Yhteiskunnan palvelut, muun muassa liikenne, tulevat kohtaamaan entistä paremmin liiketoiminnan tarpeita. Laadun vaikutusta yrityksen menestykseen on sovellettu myös julkisen hallinnon organisaatioihin, joissa tehottomuus ja asiakkaiden tarpeiden huomioimattomuus voi johtaa toiminnan uudelleen järjestelyyn tai jopa koko monopoliaseman purkamiseen. (Lecklin 2006)

### **Lentoliikenteen täsmällisyys**

Lentoliikenteessä yleinen lähestymistapa täsmällisyyteen on tarkastella täsmällisyyttä aikatauluihin perustuen kumulatiivisena prosenttiosuutena lähtevistä lennoista. Lentoliikenteessä käytetään erikseen määritettyä raja-arvoa myöhästyneeksi luokittelussa. (Wu & Caves 2002) Täsmällisyyden raja-arvona pidetään kansainvälisesti 15 minuuttia, alle 15 minuutin myöhästymisen kirjataan siis vielä ajoissa saapuneeksi (AEA 2008). AEA (2008) mittaa lentoliikenteen täsmällisyyttä vertaamalla toteutuneita lähtö- ja saapumisaikoja aikataulunmukaisiin. Mittauspisteinä, niin lähdössä kuin saapumisessa, toimii lentokoneen pysäköintipaikka.

Lentoliikenteen täsmällisyys on ollut esillä Suomessa alkuvuonna 2008 merkittävästi kansallisen liikennöitsijän Finnairin huonon täsmällisyytason johdosta. Kansainvälisessä tutkimuksessa Finnairin täsmällisyytilanne on heikentynyt. AEA:n seuraamien lentoyhtiöiden kokonaistäsmällisyys vuonna 2007 oli Euroopan sisäiselle liikenteelle 15 minuutin raja-arvolla 78,9 %.

Lentoliikenteen täsmällisyyden mittaustapa on siis hyvin samankaltainen kuin rautatieliikenteessä, erona kuitenkin lähtötäsmällisyyden mittaamisen yleisyys. Wu & Caves (2002) kritisoivat lentoliikenteen mittaustapaa puutteellisena, sillä siinä mitataan ainoastaan aikataulunmukaista täsmällisyyttä yhdellä lentokentällä, eikä mittaus ota huomioon koneen kääntymistoimintojen tehokkuutta eikä saapumisajan täsmällisyyttä.

Huomioon otettava yhtäläisyys rautatieliikenteen kanssa on täsmällisyyden mittaaminen toteumatietoon perustuen. Lentoliikenteen täsmällisyyden mittaus antaa tuloksia ainoastaan aikataulun toteutumisesta eikä paneudu tarkemmin lentoliikenteen täsmällisyyden syihin, kuten aikataulusuunnitteluun tai liikenteen toimintoihin. Lento-

liikenteessä tunnistetaan rautatieliikenteen tavoin sekundääriset (*knock-on*) myöhästymiset, jotka aiheutuvat toisten koneiden operoinnin myöhästymisistä. Lentoliikenteen ja rautatieliikenteen sekundäärisillä myöhästymisillä on liikenteen sääntelyn johdosta samankaltainen luonne. Lentoliikenteessä on kuitenkin nähty mahdolliseksi estää merkittävien sekundääristen myöhästymisten leviäminen muutoksilla operoinnissa, menettämällä yhteyksiä tai peruuttamalla vuoroja. (Wu & Caves 2002)

Wu & Caves (2002) ovat verranneet rautatieliikenteen täsmällisyyden mittareita lentoliikenteen täsmällisyysmittariin ja pohtineet mittaamisen soveltamismahdollisuuksia. Lentoliikenteessäkin olisi tarvetta täsmällisyysmittarille, jonka avulla on mahdollista ennustaa myöhästymisiä. Tähän esimerkkiä on haettu muun muassa Careyn (1999) esittämistä rautatieliikenteen täsmällisyyden ennustemalleista. Myös lentoliikenteen täsmällisyyden mallintaminen ennalta tulisi perustua matemaattisiin malleihin.

Lentoliikenteen aikataulujen luotettavuuden tärkein mittari on keskimääräinen myöhästymisaika. Aikataulujen keskimääräinen myöhästymisen lasketaan tilastoista toteutuneisiin verraten aikatauluihin joko määränpää- tai lähtökentällä. Wu & Caves (2002) esittää myös kierronaikaisen täsmällisyyden laskukaavan, jossa yhteen lasketaan lähtö- ja määränpääasemalla tilastoidut myöhästymiset. Tällainen laskutoimitus on tilastoista helppo toteuttaa ja kuvaa koneen kulkua paremmin matkan eri vaiheissa, sillä siinä lähtö-, matka- ja saapumistäsmällisyys tulevat otetuksi huomioon. (Wu & Caves 2002)

### **Tieliikenteen täsmällisyys**

YTV seuraa alueensa bussiliikenteen säännöllisyyttä kuukausittain ja liikennöitsijöittäin. YTV käyttää bussiliikenteen säännöllisyyden mittarina ajamattomien vuorojen määrää ja junaliikenteen säännöllisyyden mittarina aikataulussa pysymistä. Bussiliikenteen ajamattomien vuorojen määrän on havaittu heijastuvan selvästi asiakas-tyytyväisyystutkimusten tuloksiin. (YTV 2008)

Ajamattomista bussiliikenteen lähdöistä seurataan lukumäärää, linjatietoa, liikennöitsijää sekä syitä peruutuksille. Säännöllisyyden mittarina ajamattomat vuorot esitetään prosenttiosuutena kaikista vuoroista. Erikseen tilastoissa esitetään kaupunkien sisäisen liikenteen ajamattomien vuorojen osuus. Ajamattomien vuorojen seurantaan liittyy myös liikennöitsijän kanssa sovittu sanktiojärjestelmä. (YTV 2008) Bussiliikenteessä on pääkaupunkiseudulla useita toimijoita. Säännöllisyyttä voidaan ja seurataankin liikennöitsijöittäin. Tilanne voi olla tulevaisuudessa samanlainen myös rautatieliikenteessä. Bussiliikenteessä säännöllisyyden takana olevat syyt, epäsäännöllisyyden aiheuttavat tekijät, on pyritty tunnistamaan liikennöitsijäkohtaisesti.

Bussiliikenteen säännöllisyyttä ja täsmällisyyttä ovat tarkastelleet häiriöiden tunnistamisen kautta Sirkkiä et al (2004) tutkimuksessa, jossa bussiliikenteen ajoaikatietoja seurattiin kuukauden ajan matkakorttijärjestelmän avulla. Siinä todetaan bussiliikenteen olevan järjestelmätasolla raideliikenteestä poikkeavaa ja häiriöttömiä ajokertoja ei voida määrittää pysäkkiväleittäin. Bussiliikenteelle pystyttiin kuitenkin luomaan kriteeristö, jonka perusteella tunnistettiin tieverkolta linjakohtaisesti ne paikat, joissa esiintyi satunnaisesti tai jatkuvana merkittävä määrä häiriöitä. Häiriöiden vaikutusta painotettiin ajokertojen lukumäärällä.



Tutkimuksessa tunnistettiin eri ajankohtien vaikutus ajoaikoihin ja häiriöiden lukumäärään. Liikenne voitiin häiriöiden perusteella luokitella arki-, lauantai- ja sunnuntai-liikenteeseen sekä lisäksi aamu-, päivä-, iltapäivä- ja myöhäisen illan liikenteeseen.

Bussiliikenteessä häiriöiden lukumäärä kasvoi matkan pituuden kasvaessa. Alku-matkasta häiriöiden määrä oli pieni ja häiriöitä ilmeni yleisesti viidennen pysäkin kohdalla. Linjan loppuun mennessä häiriöiden määrä saavutti noin 70 % tason. Tosin häiriöiden yleisyys oli näin korkea vain viimeisillä pysäkeillä. Analogia voidaan nähdä myös rautateillä häiriön kertyvyydestä. Rautateillä ongelmana tosin ovat yhteysliikenteen odotukset ja yksiraiteisten ratojen kohtaustaikkaongelmat erona bussiliikenteeseen.

Laatu ja täsmällisyys laadun tekijänä on bussiliikenteessä otettu huomioon usein jo kilpailuttamisvaiheessa. Liikenteen kilpailuttamisasiakirjoihin sisältyvissä laatuvaatimuksissa esitetään vaatimuksia myös liikenteen täsmällisyydelle. Vaatimusten täyttymistä seurataan säännöllisesti esimerkiksi matkakorteista saatavan tiedon avulla. Bussiliikenteessä on mahdollista asettaa rajat ajoaikojen hajonnalle, jolloin rajojen ylittäminen tarkoittaa, etteivät laatuvaatimukset täyty. Laatuvaatimusten määrittelyn kautta voidaan toteuttaa myös bussiliikenteen laatubonusjärjestelmä tai määrittää sanktioita epätäsmällisyydestä. Myöhemmin voidaan harkita, millaisin reunaehdoin on perusteita antaa matkustajille laatutakuista matka-ajan suhteen. (Sirkiä et al. 2004)

Tiekuljetusten osalta Nyström (2005b) kuvaa yritysesimerkin, jossa tieliikenteen kuljetuksille on kolme erilaista täsmällisyysrajaa, kun rautatieliikenteelle samassa yrityksessä on vain yksi määritelty täsmällisyyden raja-arvo. Epätäsmällisyyden arvottaminen useampaan luokkaan perustuu epätäsmällisyydestä aiheutuviin kustannuksiin. Pidemmästä myöhästymisestä aiheutuu merkittävämpiä kustannuksia. (Nyström 2005b)



### 3 RAUTATIELIIKENTEEN TÄSMÄLLISYYS

Täsmällisyydellä tarkoitetaan aikataulunmukaista saapumista mittauspisteeseen. Epätäsmällisyydeksi luetaan siis niin negatiiviset kuin positiiviset poikkeamat. Etuajassa mittauspisteeseen saapuva juna voidaan myös luokitella epätäsmälliseksi. Täsmällisyydelle löytyy kirjallisuudesta useita määritelmiä, joista monet ovat samansisältöisiä kuin edellä esitetty, aina etuajassa kulkua ei kuitenkaan oteta huomioon epätäsmällisyytenä.

Rautatieliikenteen täsmällisyydellä tarkoitetaan yleisesti poikkeamaa aikataulunmukaisesta saapumisajasta tietylle asemalle, useimmiten täsmällisyyttä tarkastellaan määräasemalla. Mäkitalon (2001) mukaan junien täsmällisyydellä tarkoitetaan liikenteen toteutumaa suunnitelmaan nähden. Tässä määritelmässä ei oteta kantaa siihen, tarkoittaako täsmällisyys myös sitä, ettei täsmällinen juna voi kulkea etuajassa. Olsson & Haugland (2004) puolestaan kuvaavat täsmällisyyden ensisijaisesti negatiivisena poikkeamana aikataulusta.

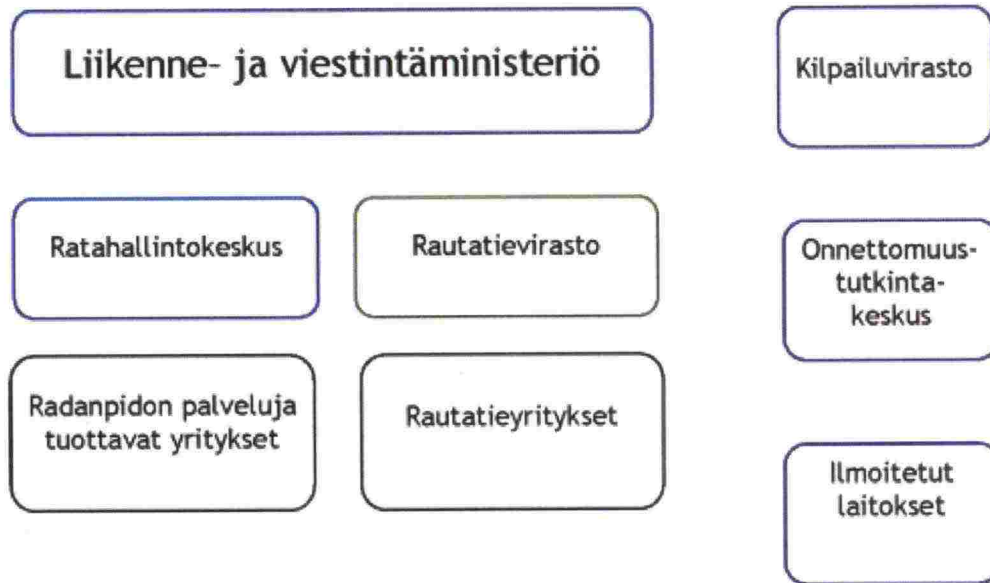
Täsmällisyyden merkitys on korostunut viime vuosikymmenien aikana ihmisten liikkuvuuden, globalisaation, kulkumuotojen keskinäisen kilpailun, infrastruktuurin kapasiteetin täyttymisen ja markkinoiden avautumisen seurauksena. Rautatieliikenteen epätäsmällisyydestä on tullut arkipäivää ympäri maailman. (Hansen 2001) Samaan aikaan kun henkilöliikenne painii myöhästymisten kanssa, tavaraliikenteessä epätäsmällisyys ilmenee kulkuna etuajassa. Etuajassa kulkeminen perustuu aikataulua varhaisempaan liikkeellelähetovalmiuteen. (Mäkitalo 2001)

Rautatieliikenteen täsmällisyyden mallimaana voidaan pitää Japania. Japanilainen täsmällisyysajattelu poikkeaa monelta osin eurooppalaisesta mallista ja täsmällisyyden seuranta on merkittävästi tarkempaa. Japanilaiseen tapaan mitata täsmällisyyttä palataan myöhemmin luvussa 5.7.

#### 3.1 Rautatieliikenteen ominaispiirteet

Rautatieliikenteen vahvana ominaispiirteenä on sidonnaisuus raiteeseen. Raiteilla junien liikennöintiä ohjaa aikataulu, joka toimii junan kulkusuunnitelmana. Liikennöinti on ohjattua ja turvallisuutta pidetään rautatieliikenteessä hyvin tärkeänä. Rautatieliikenteessä on monia osapuolia, yhteiskunta ja julkishallinto näyttelevät tärkeää roolia verkoston rakentajana ja ylläpitäjänä samoin kuin toiminnan säätelijänä. Toisaalta rautatieyritykset, heidän henkilöstönsä sekä muut rautateihin liittyviä palveluita tarjoavat organisaatiot mahdollistavat edellytykset korkeatasoiselle liikkumiselle. (Mäkelä et al. 2002)

Rautatiealan toimijoita on esitetty kuvassa 3.1. Toimijakenttä on laaja ja asiakkaan näkökulmasta vastuita voi olla vaikea hahmottaa.

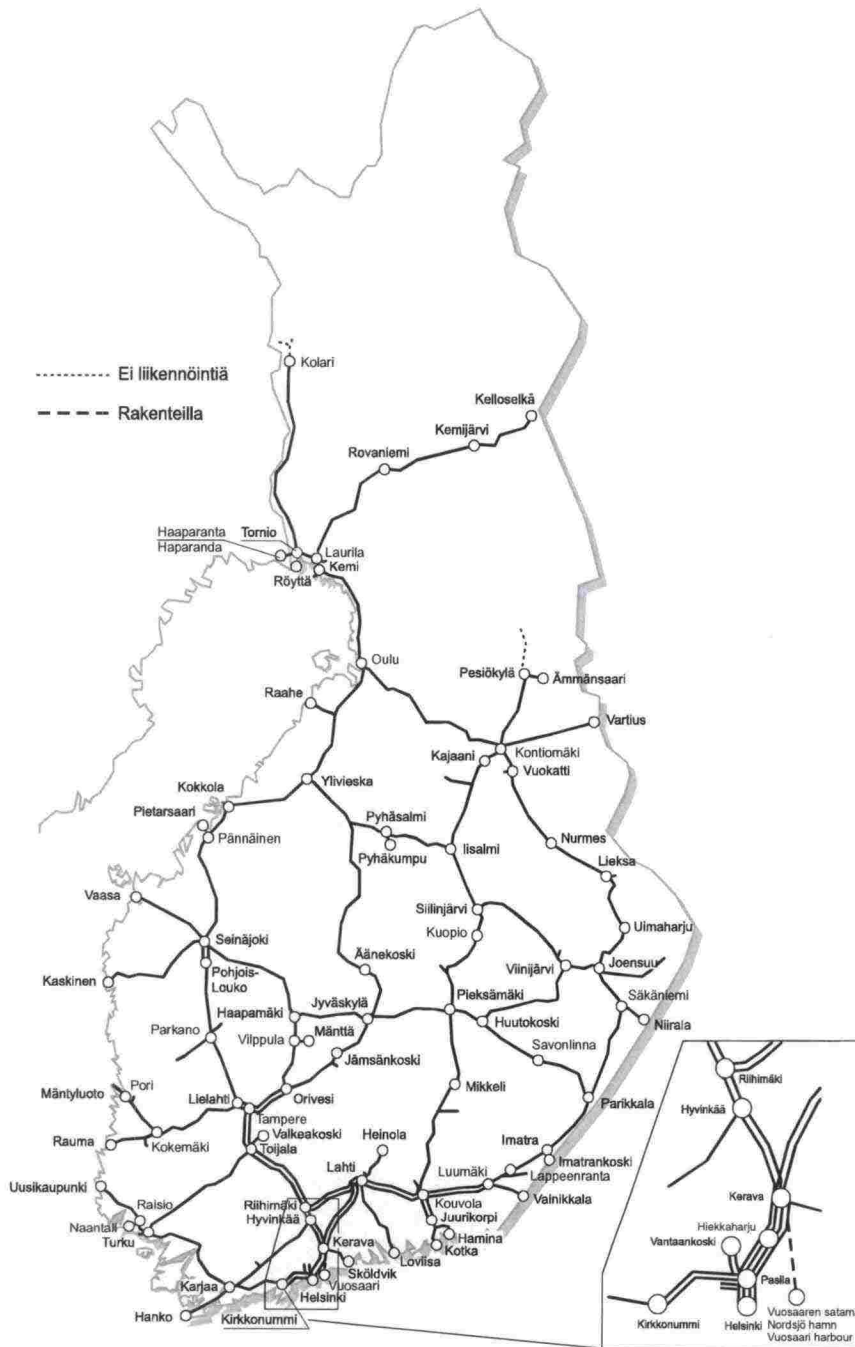


Kuva 3.1 Rautatiealan toimijat (Rautatievirasto 2008).

Suomessa rautatietoimialan merkittävimpiä toimijoita ovat liikenne- ja viestintäministeriö, joka vastaa rautatieliikenteen yleisestä ohjauksesta ja valvonnasta edistään rautatieliikenteen toimintaedellytyksiä. Liikenne- ja viestintäministeriön (myöhemmin LVM) alaisena toimii Ratahallintokeskus (myöhemmin RHK), joka puolestaan toimii rataverkon haltijana vastaten Suomen rataverkosta. RHK:n vastuulla on taata rata, joka on liikennöitävissä luotettavasti ja turvallisesti.

Suomalaisen rautatieympäristön uusiin toimija on 1.9.2006 perustettu Rautatievirasto, jonka tehtäviin kuuluu huolehtia yleisestä rautatieturvallisuudesta, sille osoitetuista viranomais tehtävistä sekä alan kansainvälisestä yhteistyöstä. Rautatievirasto myös valvoo turvallisuuden noudattamista rautatiejärjestelmässä. Toistaiseksi ainoa rataverkolla toimiva liikennöitsijä, VR Osakeyhtiö, puolestaan hoitaa ja kehittää rautatieliikennettä ja siihen liittyvää toimintaa. Tiedot rautatieliikenteen täsmällisyydestä perustuvat VR Osakeyhtiön hoitaman liikenteen toteumatietoon.

Suomen rataverkko (kuva 3.2) on noin 5900 kilometriä pitkä yhdistäen kaiken kaikkiaan 372 liikennepaikka toisiinsa. Yksiraiteista rataa on noin 90 % ja sähköistettyä noin 45 %. Yksiraiteisen verkon osuus on eurooppalaisittain korkea ja vaikuttaa junien kohtaamisten ja ohitusten järjestämisen haasteellisuuteen liikennemäärän kasvaessa. Rataverkolla liikennöi vuorokaudessa lähiliikenteessä 890 junaa, kaukoliikenteessä 310 junaa ja tavaraliikennettä noin 500 junaa vuorokaudessa. Suurin käytössä oleva nopeus henkilöjunille on 220 km/h ja tavarajunille 120 km/h (RHK 2007, VR-Yhtymä Oy 2008a).



Kuva 3.2 Suomen rataverkko (RHK 2008).

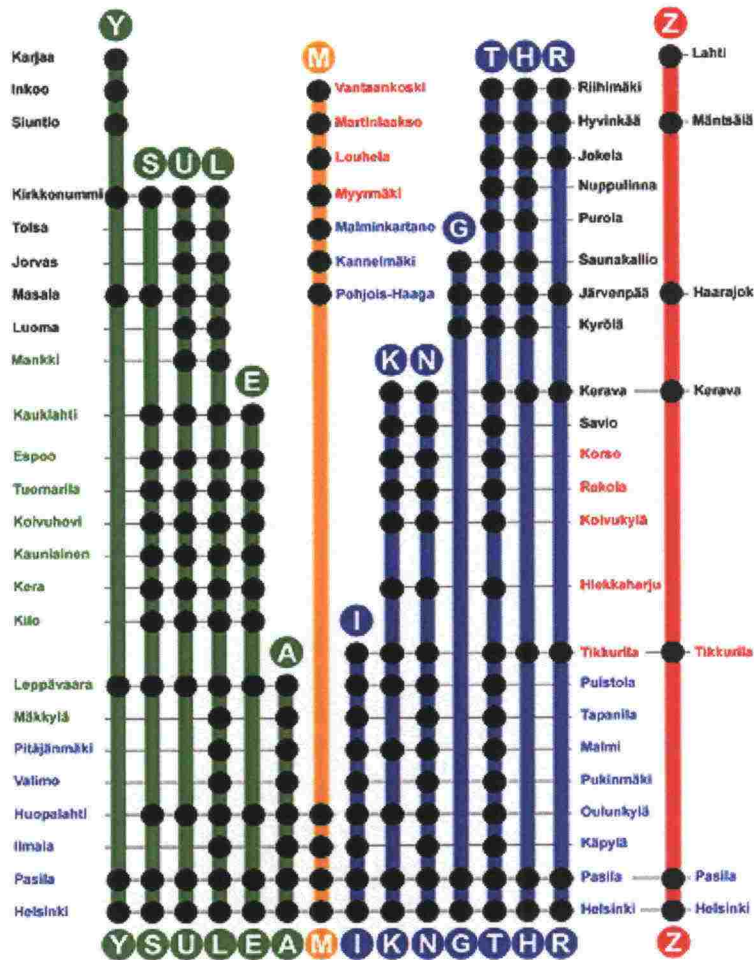
Junaliikenteen henkilökilometreistä 80 % karttuu kaukoliikenteessä, mutta matkojen lukumäärällä mitattaessa 80 % tehdään kuitenkin pääkaupunkiseudun lähiliikenteessä. Rautateiden osuus kotimaan tavaraliikenteestä on kansainvälisesti tarkasteltuna korkea, kun taas henkilöliikenteessä rautateiden osuus on kansainvälisesti keskitasoa. (RHK 2006) Matkustus rautateilla on ollut viime vuodet kasvussa. Vuoden 2008 tammi-huhtikuussa junamatkojen määrä kasvoi 6,1 % (VR-Yhtymä 2008f). Kasvun odotetaan jatkuvan samansuuntaisena yleisesti niin talouskasvun seurauksena kuin yhteiskunnan arvojen muuttuessa rautatieliikennettä suosivampaan suuntaan.

Rautatieliikenteen merkittävimpinä asiakasryhminä VR Osakeyhtiön mukaan ovat kaukoliikenteessä vapaa-ajan matkustajat, liikematkustajat ja opiskelijat. Lähi-



liikenteessä matkustajina on niin työmatkalaisia kuin asiointi- ja vapaa-ajan matkustajia. Venäjän liikenteessä matkustajista 50 % on venäläisiä, 30 % suomalaisia, loppujen edustaessa eri kansallisuuksia (VR-Yhtymä Oy 2008b)

Lähiliikennettä harjoitetaan pääkaupunkiseudulla ja merkittävänä osallisena lähiliikenteen järjestämisessä on YTV. Lähiliikenteen liikennöintiä kuvaa reittikartta (kuva 3.3). (VR-Yhtymä 2008c)



Kuva 3.3 Lähiliikenteen reittikartta (VR-Yhtymä 2008c).

Lähiliikennettä on myös varsinaisen YTV-alueen ulkopuolella, esimerkiksi kuvassa 3.3 esitetty linja Z, joka liikennöi Helsingin ja Lahden välillä.

### 3.2 Täsmällisyyteen vaikuttavat tekijät

Täsmällisyyteen vaikuttavia tekijöitä on kirjallisuudessa löydetty paljon. Niiden vaikutusta täsmällisyyden suuruuteen on myös tutkittu paljon. Täsmällisyyteen vaikuttavien tekijöiden tunnistamisen jälkeen ne tulisi ottaa huomioon arvioitaessa täsmällisyyttä. Täsmällisyyteen vaikuttavien tekijöiden tarkastelun tavoitteena on löytää tekijät, joiden vaikutus on suurin ja pyrkiä ottamaan ne huomioon rakennettaessa uutta täsmällisyysmittaria. Tuloksia täsmällisyyteen vaikuttavista tekijöistä tarvitaan

erityisesti rautatieliikenteen suorituskyvyn mittareita ja täsmällisyystasoa parantavia toimia suunniteltaessa.

Olsson & Haugland (2004) selvittivät täsmällisyyteen vaikuttavia tekijöitä erityisesti Norjan rataympäristössä. Tutkimuksen tavoitteena oli löytää täsmällisyyden pohjimmaiset syyt ja kuvata niiden vaikutusta täsmällisyyteen. Vaikuttavina tekijöinä arvioitiin muun muassa junan pituutta, pysähdysten lukumäärää, matkan pituutta, vetokaluston ikää ja kapasiteetin täyttöastetta. Junan pituus kuvasi osaltaan myös matkustajakysyntää. Edellä luetelluista tekijöistä ainoastaan matkan ja junan pituudella havaittiin olevan merkittävää vaikutusta täsmällisyyteen.

Täsmällisyyteen vaikuttavina tekijöinä voidaan listata (Olsson & Haugland 2004, Ronni 2008):

- matkustajien lukumäärä
- kuormitusaste (matkustajaa/istuinpaikkojen lukumäärä)
- verkoston kapasiteetin käyttöaste
- aikataulurakenne ja pelivara
- peruutukset
- tilapäiset nopeusrajoitukset
- ratatyöt
- kaluston laatu, kunto ja huolto
- sääolot
- lähtö- ja saapumistäsmällisyys
- liikennöinnin prioriteettisäännöt

Olssonin & Hauglandin (2004) tekemässä tutkimuksessa täsmällisyyteen vaikuttavista tekijöistä matkustajien määrä, kuormitusaste, kapasiteetin käyttöaste, peruutukset, nopeusrajoitukset sekä lähtö- ja saapumistäsmällisyys korreloivat positiivisesti täsmällisyyden kanssa. Korrelaatioanalyysin materiaalina olivat yksittäisten junien toteutuneet myöhästymistiedot.

Viikonaika tai vuorokaudenaika ei ole täsmällisyyteen vaikuttava tekijä, mutta täsmällisyys vaihtelee ajankohdan mukaan. On havaittu, että viikonloppuisin täsmällisyystilanne on parempi kuin normaaleina arkipäivinä. (Olsson & Haugland 2004) Suomessa täsmällisyys vaihtelee merkittävästi eri viikonpäivien välillä. Viikonpäivät voidaan karkeasti luokitella kolmeen toisistaan eroavaan luokkaan. Arkipäivinä maanantaista torstaihin liikenne on hyvin samantyyppistä ja keskittyy voimakkaasti työmatkaliikenteeseen, aamuihin ja iltapäiviin. Samoin tavaraliikennettä on tuotantolaitoksiin ja satamiin. Toinen erottuva luokka ovat perjantait ja sunnuntait, jotka poikkeavat muista viikonpäivistä täsmällisyyden kannalta haasteellisina päivinä. Perjantai- ja sunnuntai-iltapäivinä liikenne on erittäin vilkasta. Kolmantena luokkana voidaan pitää lauantapäiviä, jolloin liikennettä on arkipäiviä vähemmän.

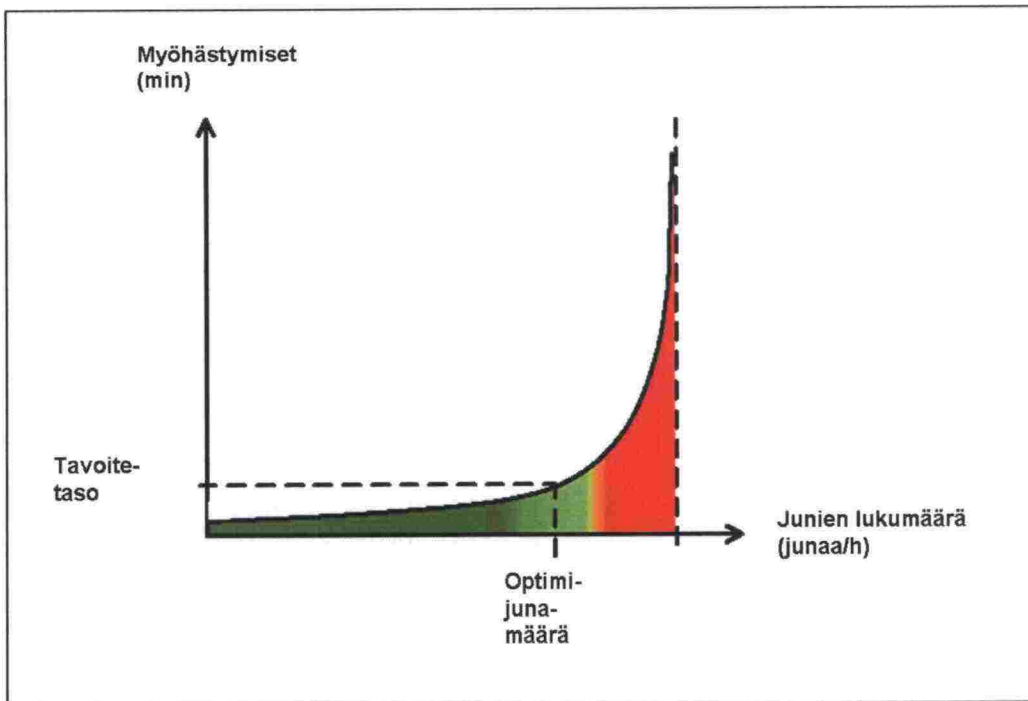
Ruotsissa on tutkittu keliolosuhteiden vaikutusta täsmällisyyteen. Keskimääräisen lämpötilan ja sademäärän nähtiin vaikuttavan täsmällisyyteen. On havaittu, että kuukausittaisen lämpötilan laskiessa alle viiden asteen täsmällisyystaso heikkenee. Keliolosuhteet yhdessä matkustajamäärän kanssa selittivät jopa 50 % kaikista myöhästymisistä. Kuitenkin matkustajamäärä nähtiin täsmällisyystilanteen pää-



selittäjänä. Pystyttiin esittämään, että matkustajien määrän kasvu 10 prosentilla heikensi täsmällisyystilannetta ajankohdasta riippuen 6–14 %. (Olsson & Haugland 2004)

Matkustajien vaikutuksesta täsmällisyyteen on merkittävin junaan nouseminen ja sieltä poistuminen ja tähän käytetty aika. Japanin korkeaa täsmällisyytensä on pyritty selittämään osittain matkustajien hyvällä järjestäytymisellä nousujen ja poistumisten yhteydessä. Nousujen ja poistumisten vaikutus täsmällisyyteen on riippuvainen junatyypistä. (Olsson & Haugland 2004) Tämä tunnistettu täsmällisyyteen vaikuttava tekijä on yksi ihmisten aiheuttamista tai ihmisen vaikutuksesta aiheutuvista tekijöistä, joita on tunnistettavissa myös muita. Rataverkosta riippumattomia niin sanottuja ulkoisia häiriötekijöitä on runsaasti ja myös nämä tulee tunnistaa, vaikka niihin vaikuttaminen on hankalaa. (Goverde 2005)

Mukula (2007) on kuvannut suomalaisessa toimintaympäristössä olevia rautatie-liikenteen täsmällisyyden erilaisia tekijöitä, kuten infrastruktuurin ja kaluston luotettavuus, liikennemäärä, junien nopeuserot ja mitoitettu pelivara. Ratakapasiteettia pidetään täsmällisyyteen merkittävästi vaikuttavana tekijänä. Tästä esimerkkinä on kuvassa 3.4 kapasiteetin käytön ja täsmällisyyden välinen yhteys.



Kuva 3.4 Junien lukumäärän vaikutus täsmällisyyteen (Kandels & Gröger 2005).

Olsson & Haugland (2004) kuitenkin muistuttaa, ettei rautateiden kapasiteetin käyttöasteen ja primäärisen täsmällisyyden välillä ole riippuvuutta. Kapasiteetin käyttö vaikuttaa ainoastaan sekundäärisiin myöhästymisiin. Suomen tilanteessa kapasiteetin käyttöasteen vaikutus täsmällisyyteen kohdistuu siis noin puoleen kaikista epätäsmällisyyksiminuuteista.



### 3.3 Täsmällisyyden mittaamisen tausta

Skagerstad (2004) esittää täsmällisyyden mittaamisen jakautuvan kolmeen käyttö-tarkoitukseen:

- informointi
- täsmällisyyden seuranta ja päätöksenteko
- täsmällisyyden parantaminen ja täsmällisyysprojektit.

Carey (1999) puolestaan esittää täsmällisyyden mittaamisen tuottavan tärkeää tietoa niin rautateiden suunnitteluun, johtamiseen, hallintaan, liikennöintiin ja näiden palveluiden markkinointiin. Asiakkaat puolestaan käyttävät täsmällisyystietoa matkan suunnittelussa. Täsmällisyystietoa käytetään myös palvelun laadun tarkkailuun ja usein täsmällisyystiedon tuottaminen perustuu määräykseen tai on lain vaatimus.

Täsmällisyyden mittaamiseen käytetään useita menetelmiä, joista heuristiset ja ad hoc-menetelmät ovat yleisimpiä. Heuristisesta menetelmästä esimerkki on aikataulunmukaisten junien prosenttiosuus mitattuna tietyllä ajan raja-arvolla. Simulointimenetelmät puolestaan ovat menetelmänä aikaa vieviä ja analyttiset menetelmät taas soveltuvat ainoastaan yksinkertaisille järjestelmille. (Carey 1999) Täsmällisyyden mittaamisessa on keskitytty havaitun tiedon analysointiin, jolloin mittaus voidaan toteuttaa ainoastaan jälkikäteen.

Suomessa täsmällisyyden mittaus on absoluuttista. Tällöin epätäsmällisyysminuuttien mittaus ei ole mitenkään riippuvainen suoritteesta, kuten matkan pituudesta. Toinen täsmällisyyden mittautapa on suhteellinen mittaus. Suhteellisessa mittautavassa otetaan huomioon suorite. Tällainen täsmällisyyden mittautapa on lähempänä teollisuuden tapaa mitata, sielläkin otetaan huomioon tuotannon muutokset ja suhteutetaan erilaiset tulokset tuotantoon. Täsmällisyyttä mitattaessa on ongelmana määrittää sopiva suorite. Mahdollisia rautatieliikenteen tuotantoa kuvaavia suoritteita voivat olla esimerkiksi toteutuneet tai tarjotut henkilö- tai tonnikilometrit, matka-aika tai pysähdysten (asemien) lukumäärä (Nyström 2005a).

Suoritteen huomioon ottavassa, suhteellisessa mittautavassa tulee kuitenkin varmistaa, ettei suoritteen muutoksilla pystytä vääristämään täsmällisyystuloksia. Esimerkkinä tästä voisi olla täsmällisyystulosten parantaminen poistamalla vaunuja ja näin pienentämällä yhtä muuttujista.

Rautatieliikenteen täsmällisyyttä mitataan useimmiten vakiosuureella, ajalla. Tässä määrin täsmällisyyden mittaaminen on standardoitua, kuitenkin eri maissa ja eri organisaatioissa on omat tapansa mitata samaa asiaa. Tästä näkökulmasta täsmällisyyden mittaaminen kansainvälisessä mittakaavassa on suhteellista. Junan toteutunutta kulkua verrataan aikatauluun useimmiten minuutin tarkkuudella ja täsmällisyys on kiinteässä yhteydessä aikatauluun. Aikataulusuunnittelun avulla voidaan vaikuttaa täsmällisyyteen ja liikennejärjestelmän kykyyn palautua häiriötilanteesta.

Täsmällisyyttä on usein mitattu itsenäisellä mittarilla, jossa käytetään ennalta määriteltäviä ja hyväksyjä rajaehjoja poikkeamille. Viiveellä tai myöhästymisellä tarkoitetaan negatiivista poikkeamaa aikataulusta. Viivettä mitataan ajan avulla, mittayksikkönä on minuutti. Täsmällisyyden mittaaminen on määritelmänsä mukaan

mahdollista kaikissa pisteissä, joille on määritelty aikataulunmukaiset saapumis- tai lähtöajat. Ei siis ainoastaan määränpäässä, vaikka tämä onkin hyvin yleinen tapa. Aikataulussa edellä ajavia junia ei yleisesti ole pidetty epätasällisinä. (Olsson & Haugland 2004)

Rietveld et al. (2001) listaavat täsmällisyyden mittaustapoja seuraavasti:

1. Todennäköisyys, että juna saapuu  $x$  minuuttia myöhässä
2. Todennäköisyys ennenaikaiselle lähdölle
3. Odotetun saapumisajan ja aikataulunmukaisen saapumisajan keskimääräinen ero
4. Keskimääräinen myöhästymisen määränpäässä
5. Keskimääräinen myöhästymisen määränpäässä kun juna saapuu yli  $x$  minuuttia myöhässä
6. Saapumisaikojen keskihajonta

On olemassa myös menetelmiä, joiden avulla voidaan ennakolta laskea täsmällisyyttä. Nämä mittausten menetelmät perustuvat todennäköisyyksiin, odotettaviin myöhästymisiin tai väylän ominaisuuksiin ja laskenta tapahtuu matemaattisten kaavojen avulla. Matemaattisten mallien avulla voidaan laskea muun muassa junan oman myöhästymisen suuruutta sekä sekundäärisiä myöhästymisiä samoin kun yhdessä näitä molempia. Rautatieliikenteen täsmällisyyttä on kuitenkin luonteensa takia vaikea mallintaa matemaattisesti, esimerkiksi normaalitilanteessa juna ei voi lähteä liikkeelle ennen aikataulunmukaista lähtöaikaa, vaikka järjestelmä olisi valmis junan lähdölle. (Carey 1999, Goverde 2005)

Matemaattisissa malleissa voidaan ottaa huomioon erilaiset painotukset, täsmällisyydellä voi olla erilainen painoarvo riippuen palvelutasosta, kuten junan nopeudesta, pysäkkien määrästä tai vuorokaudenajasta, odotetusta matkustajamäärästä tai kustannuksista, kuten matkan hinnasta tai muusta tekijästä. (Carey 1999) Mainitut painotusperusteet ovat huomionarvoisia myös rakennettaessa uutta suomalaista täsmällisyysmittaristoa. Matemaattisten mallien avulla pystytään laskemaan myös liikenteen luotettavuutta eli sitä, mikä on todennäköisyys, että juna saapuu halutun aikavälin sisällä suunnitellusta, esimerkiksi 5 tai 10 minuuttia myöhässä. Ennustavat laskentamenetelmät käyttävät hyväkseen täsmällisyyden toteumatietoa, kuten maksimi-myöhästymiset ja keskimääräiset myöhästymiset. (Carey 1999)

Täsmällisyyden mittaaminen aikataulun toteumatiedon perusteella on periaatteiltaan hyvin yksinkertaista. Liikenteen suunnittelijoiden kannalta olisi kuitenkin hyödyllisempää pystyä ennakoimaan täsmällisyyttä, erityisesti aikataulusuunnittelussa ja suunniteltaessa muutoksia tai uudistuksia palveluissa. Täsmällisyyden mittaamisen tarpeet ovat siis hyvin laajat ja erilaisia mittareita tarvitaan, niin ennakoivaa tietoa tarjoavia samoin kuin entistä tarkempia toteumatiedon mittareita. Käytännössä täsmällisyysmittarit ovat melko jalostamattomia ja karkeita. (Carey 1999)

Ruotsissa rautateiden kunnossapidon prosessin suorituskykyä on mitattu häiriöiden lukumäärän lisäksi primäärimyöhästymisten tai kokonaismyöhästymisten minuuttien avulla. Yleisesti muuttumattomat täsmällisyysmittarit ovat hyödyllisiä arvioitaessa mahdollisia kehityskohteita, eli mitattaessa useiden alaprosessien suorituskykyä erikseen. (Nyström 2005b)



Täsmällisyysmittauksista saatavaa tietoa voidaan käyttää liikennöinnin yksityiskohtaiseen tarkasteluun koko matkan pituudelta. Täsmällisyystiedon avulla on mahdollista esimerkiksi tunnistaa ja mitata liikenteenhallinnan laatua, tunnistaa vikoja ja verkon heikkouksia sekä korjata näitä täsmällisyyteen vaikuttavia tekijöitä. Rautatieliikenteen laatuun vaikuttavia täsmällisyyttä (punctuality) ja luotettavuutta (reliability) voidaan mittauksien avulla luokitella junatyypeittäin, käsitellä yksittäin tai koko liikennettä yhdessä. (UIC 407-2)

Täsmällisyyden (punctuality) rinnalla rautatieliikenteen arviointiin käytetään luotettavuutta (reliability), joka terminä kuvaa todennäköisyyttä, jolla matkustaja pystyy suunnittelemaan saapumisajankohtansa määränpäähän. Luotettavuuden käsite on siis läheinen täsmällisyydelle. (Hooghiemstra & Teunisse 1998) Termiä luotettavuus käytetään usein kuvaamaan täsmällisyytilaa ja siksi luotettavuuden mittaamenetelminä käytetään samoja menetelmiä kuin täsmällisyyden mittaamiseen. Tässä työssä tarkastellaan täsmällisyyttä laajempänä käsitteenä ottaen huomioon yhteneväsyydet luotettavuuden mittaamisen kanssa.

Täsmällisyyden mittareiden lisäksi myöhästymisiä mittaavat myös säännöllisyyden (regularity) mittarit. Säännöllisyys kuvaa sitä, kuinka moni juna todellisuudessa liikennöi verrattuna aikatauluun suunnitelluista. Osa merkittävästi myöhästyneistä junista kirjataan kokonaan peruutetuiksi, kuten iso-britannialaisessa PPM-mittarissa. Tämän johdosta osassa rautatieliikenteen suorituskykymittareista on säännöllisyyden ja täsmällisyyden mittaukset yhdistettyinä. (Olsson & Haugland 2004)

Useimmiten junille sallitaan tietynsuuruinen poikkeama aikataulusta, jonka sisällä juna on vielä täsmällinen. Suomessa nämä raja-arvot ovat 3 minuuttia lähiliikenteelle, 5 minuuttia kaukoliikenteelle ja 15 minuuttia tavaraliikenteelle. Suomessa täsmällisyyttä mitataan paikallisesti määränpääasemilla. Vaihtoehtoisesti täsmällisyyttä voidaan tarkastella esimerkiksi lähtö- tai väliasemilla tai yleistä täsmällisyyttä koko matkan ajan verraten nopeustasoa suunniteltuun. Täsmällisyyden mittaamiseen ei ole kansainvälistä yhteistä käytäntöä, vaan eri maiden käytännöt poikkeavat toisistaan.

Täsmällisyyden laskennan perustana on usein, kuten Suomessakin, täsmällisesti asemalle saapuvien junien prosenttiosuus kaikista junista. (Olsson & Haugland 2004) Täsmällisyyttä voidaan kuvata henkilö- tai tavaraliikenteen täsmällisyytenä, liikennejärjestelmän tai yksittäisen junan täsmällisyytenä. Hansenin (2001) mukaan täsmällisyyden tyypillisin kuvaustapa on ilmaista täsmällisyys prosenttiosuutena mittauspisteen, määritellyn aikarajan sisällä, ohittavista, lähtevistä tai saapuvista junista verrattuna aikatauluun.

### 3.4 Suomalainen täsmällisyysmittari

Suomalaista täsmällisyyttä mitataan erikseen henkilökauko-, lähi- ja tavaraliikenteessä. Täsmällisyyden seuranta eri muodoilla on toisistaan poikkeavaa, samoin kun täsmällisyystasolle asetetut tavoitteet. Täsmällisyydestä tällä hetkellä mitattavia tekijöitä on esitelty seuraavana.

Täsmällisyyttä on seurattu liikenteen toteumatiedon avulla, jo vuonna 1992 on seurattu junien saapumista määränpääasemalle aikatauluun verraten. Seuranta-asemilla, joita on



31, on rekisteröity junan ja aseman perustietojen lisäksi päiväys, saapumis- ja lähtömyöhästyminen sekä syykoodi. Itse täsmällisyysmittarista on tuloksena saatu näiden tietojen perusteella junien määräasemalle täsmällisesti saapuneiden junien osuus. (Koivisto et al. 2003)

Suomessa täsmällisyyttä mitataan aikataulun mukaisesti määräasemalle saapuneiden junien osuutena, täsmällisyysprosentina. Täsmällisyysprosentissa otetaan huomioon ainoastaan myöhästyminen määräasemalla, nykyinen mittari ei tilastoi myöhästymisiä alku- tai väliasemilla. Poikkeuksena tästä on lähiliikenne, jossa täsmällisyyden laskennassa otetaan huomioon myös junien täsmällisyys lähtöasemalla. Myöhästymisen tai täsmällisen junan raja-arvona on lähiliikenteessä 3 minuuttia, henkilökaukoliikenteessä 5 minuuttia ja tavaraliikenteessä 15 minuuttia. Täsmällisyysprosentin laskentakaava on seuraavanlainen:

$\Sigma$  Alle 3/5/15 minuuttia määräasemalla myöhässä saapuneet junat

$\Sigma$  Määräasemalle saapuneet junat

Täsmällisyyttä mitattaessa on rautatieliikenteessä yhtenä yksikkönä juna, jonka täsmällisyyttä tarkastellaan minuutteina. Täsmällisyyden mittayksikkönä on minuutti. Täsmällisyys ilmoitetaan prosenttiosuutena kaikista yksittäisistä junista, jolloin täsmällisyydestason yksikkönä on prosentti. Yhdestä junasta puhuttaessa tarkastellaan siis minuutteja, verkon täsmällisyytilanne ilmaistaan prosenttiosuutena.

### **3.4.1 Nykytila**

Nykyisin täsmällisyyden seuranta on automaattista, täsmällisyystieto tallentuu junan kulkua seuraavaan järjestelmään, josta täsmällisyystietoa on mahdollista käsitellä ja analysoida. Junien kulun seurantajärjestelmä, Juse, on vuonna 2005 käyttöön otettu järjestelmä, jonka tavoitteena on ollut korvata aiempi täsmällisyysraportointi ja samalla kehittää sitä.

Vuodesta 1992 täsmällisyyden seuranta on pysynyt hyvin samanlaisena, täsmällisyyttä on seurattu alusta alkaen prosenttiosuutena ajoissa saapuvista junista. Juse muutti täsmällisyyden mittaamista lisäten käytössä olevaa dataa ja tuottamalla tiedon luotettavassa muodossa. Jusen tultua käyttöön myöhästymisminuuttien määrä kasvoi, kun kaikki myöhästymiset kirjattiin järjestelmällisesti ja kirjauksen automatisointi lisääntyi. (Blomqvist 2008b)

Vuonna 1995 nykymittariin lisättiin syykoodeja. Syykoodeihin on vuosien aikana tullut tarkennuksia ja joitain on voitu poistaa. Itse mittaamenetelmä on pysynyt muuten samanlaisena. Nykytilassa syykoodeja on kaiken kaikkiaan paljon, 66 eri syykoodia 13 eri luokassa. Suomessa käytetyissä syykoodeissa on yhtäläisyyksiä kansainvälisen rautatieliiton UIC:n syykoodeihin, tosin syykoodeja on hiukan enemmän ja syyryhmät on muodostettu toisin.

Vuonna 2005 käyttöön otetun Jusen merkittävin muutos aiempaan tilanteeseen on mahdollisuus ajantasaiseen liikenteen seurantaan. Järjestelmästä voi antamiensa parametrien mukaisesti nähdä liikenteen kuluvan vuorokauden tilanteen. Mahdollista on

tarkastella myös sen hetkistä, määräasemalle saapumisten täsmällisyysprosenttia koko maassa.

Jusen määrittelyissä täsmällisyyden laskennan kuvataan tapahtuvan liikenteenohjausjärjestelmästä automaattisesti saadun tai liikenteenohjaajan syöttämän toteutuneen ajan perusteella. Tästä tiedosta järjestelmä laskee poikkeamaminuutit suunniteltuun aika-tilaan verrattuna. Tilanteessa, jossa junalle on kirjattu saapuminen määräasemalle, järjestelmä laskee ja päivittää kuluvan vuorokauden täsmällisyysprosentit. Tämä laskenta toteutetaan sekä junalajikohtaisesti että kaikille junille yhteensä. (Koivisto et al. 2003)

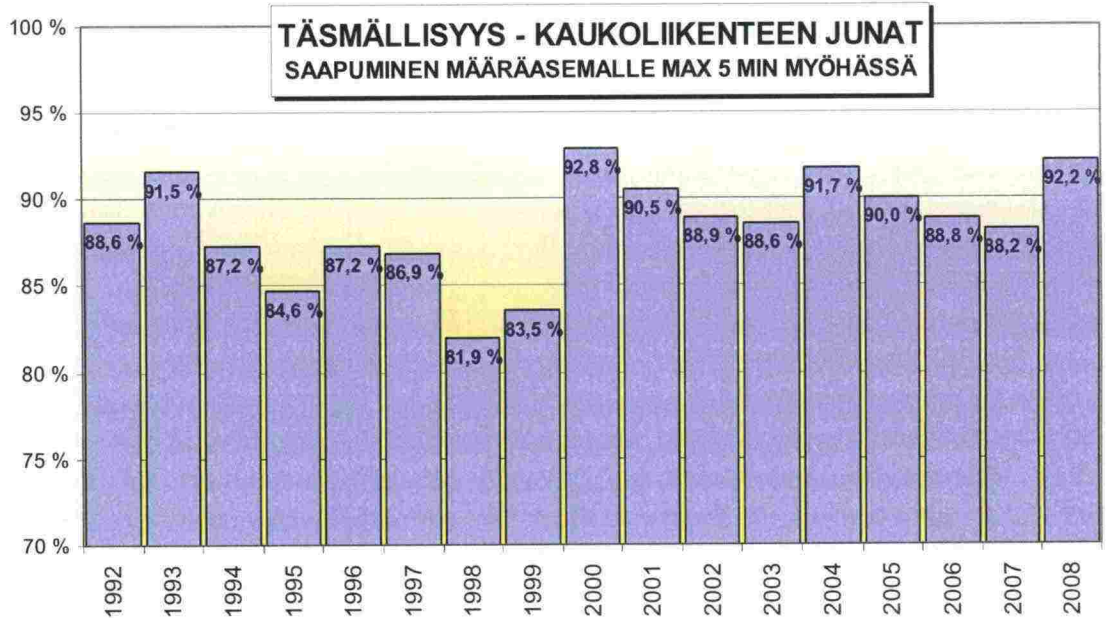
Jusen avulla täsmällisyyttä voidaan tarkastella reaaliaikaisesti, mutta myös vanhemmista kulkutiedoista voidaan tuottaa koosteita muun muassa junalajeittain, syykoodeittain, liikennepaikoittain, tapahtumakoodeittain, myöhästymisminuuttien avulla, vuosi- tai kuukausitasolla tai halutulla aikavälillä. Lähiliikenteen osalta Jusesta saadaan myös linjallejäännit, erikseen ruuhkajunien kulkutiedot sekä täsmällisyysprosentit kuukausittain ja vuositasolla. Järjestelmästä saadaan myös tiedot peruutetuista junista. (JUSE).

Aikataulussaan junan katsotaan olevan silloin, kun se saapuu määränpäähensä tietyn sallitun raja-arvon sisällä. Raja-arvoiksi on Suomessa määritetty lähiliikenteelle 3 minuuttia, kaukoliikenteelle 5 minuuttia ja tavaraliikenteelle 15 minuuttia. Raja-arvojen määrittämisen taustalla on myöhästymisen matkustajille aiheuttamien haittojen tuntuvuus. Jusessa myöhästyminen kirjataan minuutin tarkkuudella. Juse määrittelee junan myöhästyneeksi määritetyn myöhästymisrajan, sekä tavaraliikenteessä myös etuajassa kulun avulla (Koivisto et al. 2003).

Täsmällisyystavoitteeksi on yhdessä RHK:ssa sekä VR Osakeyhtiöllä asetettu 90 % henkilökauko- ja tavaraliikenteelle sekä 97,5 % lähiliikenteelle. RHK:lle on lisäksi liikenne- ja viestintäministeriön toimesta asetettu erillinen täsmällisyystavoite, jonka mukaan maksimissaan 5 % junista saa myöhästyä johtuen radanpidollisista syistä. Esimerkiksi tammikuussa 2008 radanpidollisista syistä henkilöliikenteen junista oli myöhässä nykyisen laskentatavan mukaan vain 2 % (JUSE). Useista Euroopan maista löytyy vastaavanlaisia täsmällisyystavoitteita ja ohjelmia täsmällisyyden parantamiseksi.

Täsmällisyystilannetta seurataan päivä-, kuukausi- ja vuositasolla. Kuvasta 3.5. nähdään täsmällisyyden kehitys vuosina 1992–2008 (helmikuu) ja voidaan vertailla täsmällisyystasoa vuosikeskiarvojen avulla. Kuvasta nähdään täsmällisyystason parantuneen, toisaalta yhtä aikaa ovat asiakkaiden vaatimukset ja liikennemäärät rataverkolla kasvaneet. Saavutettuun täsmällisyystasoon on vaikuttanut myös vuonna 1992 käyttöönotettu junien kulunvalvonta (JKV). Aiemmin junien oli helpompi ajaa ylinopeutta ja saada myöhästymisen kiinni. Tämä muutos kulunvalvonnassa ei aiheuttanut muutoksia täsmällisyyden mittauksessa, mutta vaikutti täsmällisyystilanteeseen.





Kuva 3.5 Kaukoliikenteen täsmällisyyden kehitys vuosina 1992–2008 (Blomqvist 2008a).

Vuosina 1999–2008 suomalainen täsmällisyys on ollut kansainvälisesti vertailtuna korkealla tasolla kaikkien junien täsmällisyysprosentin ollessa selvästi yli 90 %. Erityisen hyvä on tuolla aikavälillä ollut lähiliikenteen täsmällisyys, jossa on saavutettu jopa tätä parempi täsmällisyystaso. (NEA 2003)

Kansainvälisesti on rautatieliikenteen täsmällisyyden mittauksessa käytössä erilaisia bonus- ja sanktiojärjestelmiä. Suomessa järjestelmä on käytössä lähiliikenteessä, jossa bonus- ja sanktorajat on määritelty prosentteina ilmaistavan täsmällisyystason avulla. Suomessa liikennöitsijällä on käytössä täsmällisyystasoon sidottu palkitsemisjärjestelmä, jota sovelletaan osaan henkilöstöä (Paavilainen 2008). Tällainen järjestelmä on yksi esimerkki täsmällisyysmittarin tulohjaavuudesta. Muutokset nykyisessä mittarissa voivat heijastua siten muun muassa muutoksiin liikennöitsijän palkkausjärjestelmässä.

## Raportointi

Junankulun seurantaraportin avulla junaliikennettä seurataan ja saadaan junien kulkutietoja myös jälkikäteen. Jusesta saadaan eriteltynä niin henkilö-, tavaraj- ja lähiliikenteen kulkutiedot. Junien kulkutietoa voidaan pitää täsmällisyyden mittaus tuloksena. Täsmällisyyden nykytilan mittauksista ja mittaustuloksista kootaan säännöllisesti kuukausiraportti sekä koko vuoden kattavana koosteena vuosiraportti. Kuukausiraportti tehdään niin henkilökauko-, lähi- kuin tavaraliikenteelle erikseen. Kuukausiraportin tiedot kerää ja raporttien laadinnasta vastaa VR Osakeyhtiö. Kuukausiraportit kuvaavat täsmällisyystilaa ja sitä, mihin täsmällisyyden mittaaminen nykytilassa keskittyy. Raportteja ei julkisteta, mutta VR Osakeyhtiö raportoi täsmällisyydestä kahden kuukauden välein kuukausiraportointien kaltaisesti.

Juse tarjoaa täsmällisyydestä monenlaista tietoa erilaisin järjestelmästä tulostettavien raporttien, joita voi myös muokata valitsemiensa parametrien mukaan. Jokaisesta



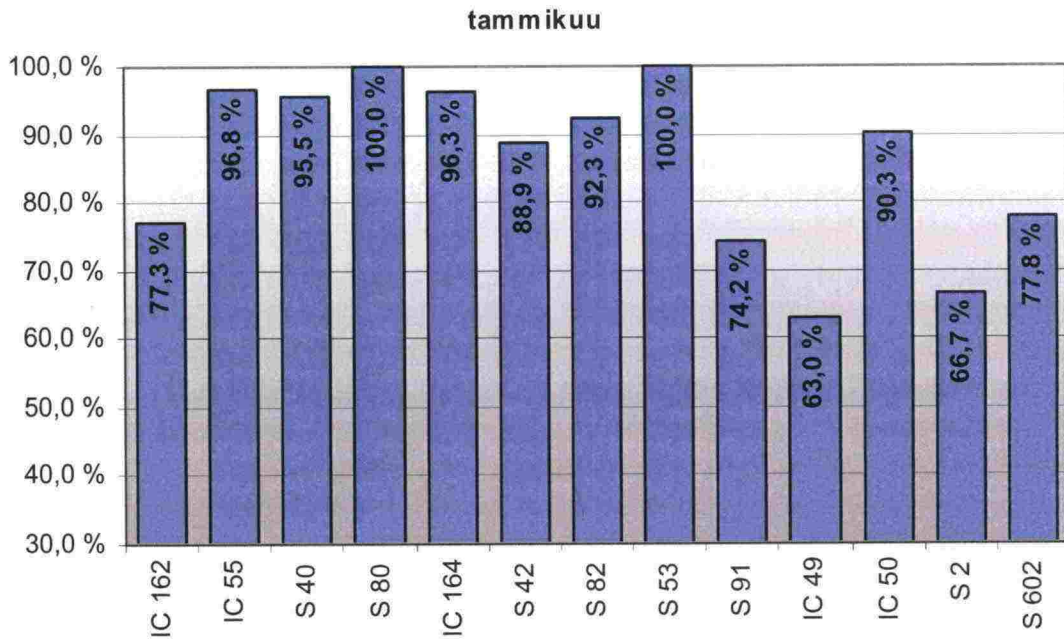
kuukaudesta tuotetaan järjestelmään kerätyn tiedon avulla seuraavat täsmällisyyden vakioraportit (Koivisto et al. 2003):

1. Täsmällisyysprosentti seuranta-asemittain
2. Täsmällisyysprosentti määräasemittain
3. Täsmällisyysprosentti junalajeittain
4. Junakohtaiset kulkutiedot junanumeroittain
5. Myöhästymisminuuttien määrä syykoodeittain ja vertailu tavoitteisiin

Jusesta saatavat täsmällisyysraportit ovat täsmällisyyden mittaamisen nykytilaan, pelkkään täsmällisyysprosentin tarkasteluun nähden monipuolisia. Kuukausi- ja vuosiraporteissa pyritään tuomaan esille näitä varsinaisen mittarin ulkopuolisia tietoja havainnollisesti graafisina esityksinä. Jusesta saataviin tietoihin ei kuitenkaan ole nykytilassa mahdollista yhdistää esimerkiksi tietoa matkustajamääristä tai junien täyttöasteesta.

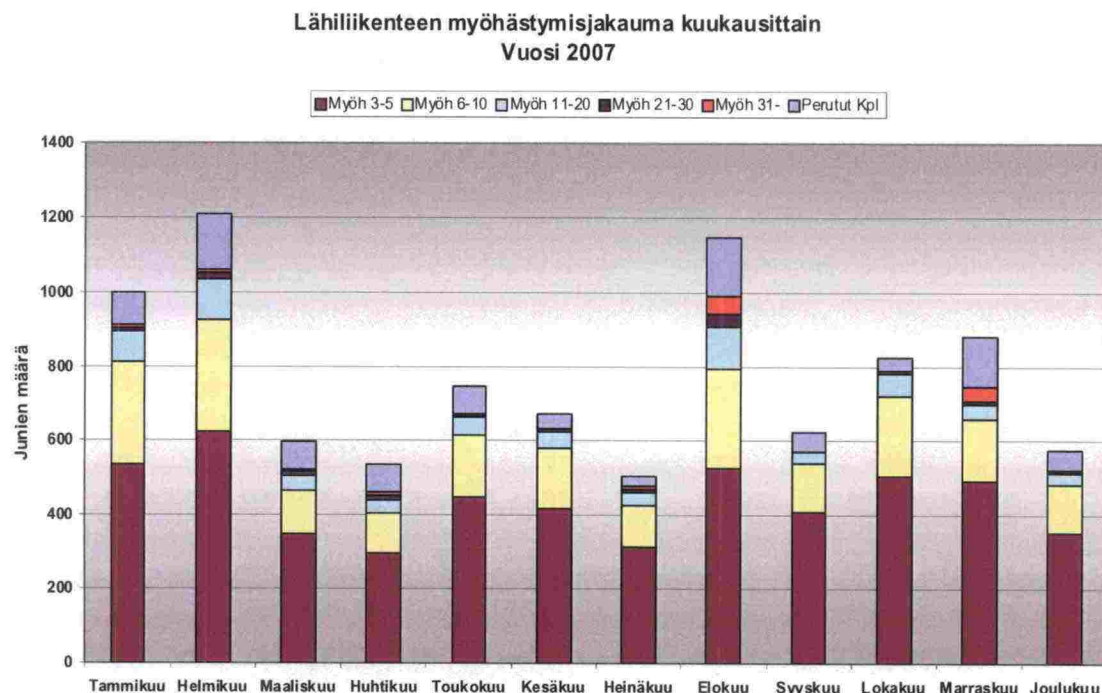
Jusessa on määriteltynä kymmenen eri henkilöliikenteen junatyyppeä, joiden täsmällisyyttä seurataan erikseen muun muassa kuukausiraportoinnissa. Kymmenen seurattavaa junatyyppeä henkilökaukoliikenteessä ovat IC-junat, IC2-junat, päiväpikajunat, yöpikajunat, veturivetoiset taajamajunat, sähkömoottoritaajamajunat, taajamajunat, venäläiset junat venäläisellä kalustolla, venäläiset junat suomalaisella kalustolla ja Pendolinot. (Blomqvist 2008a)

Henkilökaukoliikenteen kuukausiraportissa on nostettu esille myös liikennöitsijän määrittämät, kaupallisin perustein tärkeimmät junat. Näiden junien täsmällisyyden kehitystä seurataan myös kuukausiraportoinnissa kuvan 3.6. kaltaisesti. Tärkeimmät 13 junaa ovat IC 162, IC 55, S 40, S 80, IC 164, S 42, S 82, S 53, S 91, IC 49, IC 50, S 2 ja S 602. Mainitut junat liikennöivät Helsingin ja Tampereen, Oulun, Jyväskylän, Pieksämäen, Rovaniemen ja Seinäjoen välillä. (Blomqvist 2008a)



Kuva 3.6 Tammikuun kuukausiraportin tuloste seurantajunien täsmällisyydestä (Blomqvist 2008a).

Lähiliikenteen kuukausiraporteissa seurataan täsmällisyystavoitteen 97,5 % toteutumista, merkittävimpiä epätäsmällisyyden syitä sekä epätäsmällisyyden suuruuden jakautumista. Kuukausiraportissa myöhästymiset on jaoteltu viiteen kestonmukaiseen luokkaan, lisäksi myöhästymisjakauksessa on mukana peruutetut junat (kuva 3.7.). Omana ryhmänään raportissa ovat sekä junien määrässä että suhteellisena prosenttiosuutena mitattuna 3–5 minuutin, 6–10 minuutin, 11–20 minuutin, 21–30 minuutin ja yli 31 minuutin myöhästymiset. Kuvassa 3.7 on esitetty myöhästymisjakausma vuonna 2007 junamäärän mukaisesti. (Blomqvist 2008a)



Kuva 3.7 Kuukausiraportin mukainen lähiliikenteen myöhästymisjakauma (Blomqvist 2008a).

Täsmällisyyttä seurataan tavaraliikenteessäkin erikseen merkittävillä seuranta-aseilla. Samoin tavaraliikenteen osalta kuukausiraportoinnissa tarkastellaan erikseen juna-tyyppejä T, TA, TK, TL, TLi sekä TR. (Blomqvist 2008a)

### 3.4.2 Erot mittaamisessa henkilö-, tavana- ja lähiliikenteen välillä

Seuraavassa on kuvattu niitä eroja, joita nykyisessä suomalaisissa täsmällisyyden mittaamenetelmissä ilmenee mitattaessa henkilökaiko-, lähi- tai tavaraliikennettä. Eroavaisuutena ovat myös myöhästymisen raja-arvot, jotka on esitelty jo edellisessä luvussa. Täsmällisyydelle myös asetetaan erilaiset tavoitteet riippuen liikennöinnin tyypistä.

Erilaisen liikennöinnin mittaamenetelmissä on eroavaisuuksia, vaikka esimerkiksi henkilöliikenteessä sekä kauko- että lähiliikenteen junat liikennöivät myös samoja yhteysvälejä. Pitkille, YTV-alueen ulkopuolisille lähiliikenteen junille käytetään lähi-liikenteen täsmällisyyden mittaustapaa, joka on kaukoliikenteen täsmällisyyttä kriittisempi. Mittaustapojen eroavaisuudet korostuvat yhteysväleillä, joissa junavaihto-ehdoja on enemmän kuin yksi. Esimerkkinä tällaisesta yhteysvälistä on Lahti–Helsinki, jolla liikennöi niin henkilökaiko- kuin lähiliikenteen juna.

Eroja liikennöinnin tyyppien välillä on myös raportoinnissa. Täsmällisyyden seuranta keskittyy henkilöliikenteeseen, painottuen sielläkin hiukan vahvemmin kauko-liikenteeseen. Tavaraliikenteen täsmällisyyden seuranta kulkee hiukan henkilöliikenteen seurannan perässä. Tavaraliikenteen täsmällisyyden seuranta alkoi järjestelmällisesti vasta Jusen tultua.



## **Pyöristäminen**

Lähiliikenteen myöhästymisten pyöristäminen tapahtuu eri periaatteella kuin kaukoliikenteessä. Henkilökaukoliikenteessä luetaan asemalle saapuneen junan olleen ajoissa vielä 5 min 30 s aikataulunmukaisen saapumisajan jälkeen, lähiliikenteessä 2 min 59 s aikataulusta jäljessä ollut juna luetaan vielä ajoissa saapuneeksi. (Paavilainen 2008) Kaukoliikenteessä myöhästymisen raja-arvo on lähes kaksi kertaa suurempi kuin lähiliikenteessä. Pyöristämisen määritelmät eroavat hiukan, toisaalta täsmällisyyden kirjauksessa ei tällä hetkellä pystytä minuuttia tarkempaan tulokseen.

## **Lähtötäsmällisyys**

Lähiliikenne poikkeaa muista siinä, että lähiliikenteessä seurataan myös lähtötäsmällisyyttä. Lähtötäsmällisyydelle on lähiliikenteessä määritetty kerroin 0,5, joka tarkoittaa, että lähdössä myöhästymisen ei vielä aiheuta junan täyttä myöhästymiskirjausta, vasta puolet siitä. Muussa liikenteessä ei lähtötäsmällisyyttä huomioida, eikä käytössä ole täsmällisyydelle erilaisia kertoimia.

## **Peruttujen junien kirjaaminen**

Peruttujen junien käsittelyssä lähiliikenne poikkeaa muista ottamalla huomioon myös perutut junat täsmällisyysmittarissa. Lähiliikenteessä peruttu juna lasketaan myöhästyneeksi sekä lähdössä että määräasemalla, eli koko matkalta myöhästyneeksi. Perutut junat tilastoidaan erikseen.

Henkilökaukoliikenteessä ja tavaraliikenteessä peruutetut junat eivät vaikuta täsmällisyyteen nykymittarin mukaan. Kauko- tai tavaraliikenteessä peruttua junaa ei myöskään lasketa mukaan junien kokonaismäärään. Vuoden 2008 huhtikuusta lähtien henkilökaukoliikenteen täsmällisyys on kuitenkin ilmoitettu myös lukuna, jossa on otettu huomioon perutut junat.

Muulla kulkuvälineellä hoidettu reitin keskellä tehty junan perutus käsitellään täsmällisyysmittauksessa samalla tavalla kuin jos matka olisi ajettu junalla.

## **Etujassa ajo**

Tavaraliikenteelle on tyypillistä etujassa ajo. Tavaraliikenteen osalta myös seurataan etujassa kulusta aiheutuvaa epätäsmällisyyttä. Henkilöliikenteelle ei ole tyypillistä junan etujassa kulku, siinä negatiiviset vaikutukset asiakkaille olisivat tavaraliikennettä merkittävämmät.

## **3.5 Epätäsmällisyyden vaikutukset**

Täsmällisyyttä kuvaavat myöhästymiset voidaan jakaa kahteen, myöhästymisen aiheuttavan syyn perusteella jaettavaan tyyppiin: primäärisiin ja sekundäärisiin. Primäärimyöhästymiset johtuvat erilaisista liikenneympäristössä tapahtuvista häiriöistä. Sekundäärimyöhästymisellä tarkoitetaan myöhästymisiä, joiden syynä on jokin toinen myöhässä oleva juna. Sekundäärimyöhästymisen syynä on siis heijastuva primaarimyöhästymisen. Kirjallisuudessa käytetään primäärimyöhästymiselle myös termiä

ulkosyntyinen myöhästyminen (*exogenous*) sekä sekundääriselle termiä vaikutuksellinen myöhästyminen (*reactionary*). Sekundääriselle myöhästymiselle yleisin kirjallisuudessa käytetty termi lienee *knock-on delay*. (Carey 1999, Olsson & Haugland 2004, Goverde 2005)

Sekundäärivaikutuksilla tarkoitetaan yhden junan epätasällisyyden aiheuttamia vaikutuksia muuhun raideliikenteeseen. Nykyisessä aikataulujärjestelmässä junien kulku on suunniteltu niin, että vaihtoasemille junat saapuvat samoihin aikoihin, jotta matkustajien vaihtoyhteydet toimivat parhaiten. Tällaisessa järjestelmässä yhden junan myöhästymisen vaikuttaa myös muiden junien kulkuun, kun vaihtoyhteys, palvelun laatu halutaan säilyttää. Mitä pidempi on primäärinen myöhästymisen, sitä merkittävämmät ovat sekundääriset myöhästymiset.

Sekundäärivaikutusten osasyynä on usein rataverkko ja sen kohtaumahdollisuuksien määrä. (Goverde 2005). Suomessa yksiraiteista rataa on noin 90 % kaikista rata-kilometreistä. Näillä rataosilla epätasällisyys heijastuu helposti muuhun liikenteeseen aiheuttaen sekundäärisiä myöhästymisiä. Sekundäärimyöhästymisiin vaikuttavina tekijöinä voidaan nähdä ratakapasiteetti ja sen käyttöaste, kalusto- ja henkilökierrot sekä aikataulu ja sen rakenne (Mukula 2007).

Rautatieliikennejärjestelmän palvelutaso perustuu osaltaan vaihtoyhteyksiin. Merkittäviä vaihtoasemia ovat muun muassa Tampere, Pieksämäki, Riihimäki, Lahti, Kerava, Kouvola, Seinäjoki, Tikkurila ja Pasila. Tasällisyyden määritelmä ja mittaustapa ei nyky muodossa ota huomioon epätasällisyyden sekundäärisiä vaikutuksia. Myöhästymiset kirjataan aina kyseiselle myöhästyneelle junalle, ei sen aiheuttajalle. Matkustajan myöhästyessä vaihtoyhteydestään mittareihin ei ole voitu kytkeä matkustajan kokemaa kokonaismatka-ajan myöhästymistä, minkä matkustaja menettää joutuessaan odottamaan seuraavaa vaihtoyhteyttä. (NEA 2003)

Epätasällisyyden primäärisyyt eivät yleensä johdu aikataulullisista tekijöistä, vaan useimmiten järjestelmän ulkopuolisista syistä. Sekundääriset myöhästymiset puolestaan pohjautuvat primäärimyöhästymisiin ja riippuvuussuhteisiin aikataulurakenteesta. Primäärisiin myöhästymisiin ei voida vaikuttaa aikataulusuunnittelulla, mutta niiden aiheuttamiin sekundäärisiin myöhästymisiin voidaan vaikuttaa optimoimalla aikataulurakenne niin, että myöhästymisen vaikutukset leviävät mahdollisimman vähän. (Carey 1999, Olsson & Haugland 2004)

Tämänhetkinen malli ei ota huomioon myöhästymisen sekundäärivaikutuksia, vaikkakin yhden junan epätasällisyys voi heijastua pitkälle verkolla ja aiheuttaa usean muun junan epätasällisyyttä. Myöhästymisyyden kirjauksessa voidaan aiheuttajaksi kirjata sekundäärinen syy ja selitteeseen sen aiheuttanut juna, mutta ei alkuperäistä syytä.

### 3.5.1 Laajuus ja seuraukset

Alkuvuonna 2008 sekundäärisiä myöhästymisiä on henkilökaukoliikenteessä ollut noin kolmannes kaikista myöhästymisistä. (Tammikuu 33 %, helmikuu 33 %, JUSE) Alle 4 minuutin myöhästymisille ei järjestelmään kirjata syytä ja pois lukien nämä syykoodittomat myöhästymisminuutit on sekundäärisiä myöhästymisiä kirjattu lähes yhtä monta minuuttia kuin primäärisiä myöhästymisiä.



Tämänhetkisessä Suomen henkilökaukoliikenteen täsmällisyystilanteessa sekundäärisiä myöhästymisiä on noin puolet syykirjatuista myöhästymisistä. Tämä luku ei ole täysin yksiselitteinen, sillä noin kolmasosaa kaikista myöhästymisistä ei kirjata järjestelmään syyn perusteella, jolloin ei tiedetä, ovatko nämä kirjaamattomat myöhästymiset primäärisiä vai sekundäärisiä. Ilman syykirjausta järjestelmään merkittävät myöhästymiset ovat kuitenkin kestoaltaan keskimäärin 1–1,5 minuuttia, joten niiden vaikutus on kokonaisuuden kannalta vähäinen.

Tavaraliikenteessä sekundääristen myöhästymisten osuus on merkittävästi pienempi, alle 10 % kaikista myöhästymisistä. Henkilöliikenteessä sekundääristen myöhästymisten suuri osuus johtuu osittain aikataulurakenteesta, jossa tukeudutaan vaihtomahdollisuuksiin. Lähiliikenteessäkin sekundääristen myöhästymisten osuus on henkilökaukoliikennettä alhaisempi jääden noin 15 prosenttiin. (JUSE)

Ruotsissa Tukholman alueella toteutetussa tutkimuksessa joukkoliikenteen käyttäjille epätasällisyydestä aiheutuneita vaikutuksia arvioitiin sekä kustannuksien että laajuuden perusteella. Tutkimuksessa arvioitiin, että joka kymmenes lähiliikenteen matkustaja kokee epätasällisyyttä. Matkustajat, joihin epätasällisyys vaikuttaa, menettävät tutkimuksen tulosten mukaan jokainen vuosittain noin 68 tuntia eli 1,7 työviikkoa myöhästymisten tai peruutusten johdosta. (Landstings-Revisorerna 2006)

### **3.5.2 Kustannusvaikutukset**

Yksi täsmällisyyden arviointimenetelmä on laskea epätasällisyydestä aiheutuvia kustannuksia. Epätasällisyyskustannuksiin vaikuttamalla ei paranneta täsmällisyystilaa, mutta pystytään mittaamaan täsmällisyyden muutosta. Luvussa 2.2.2 esitetyn mukaan matka-ajan yksikköarvo joukkoliikennematkustajalle on noin 8 €/tunti. RHK:n ohjeen mukaan keskimääräinen junamatkustajan matka-ajan arvo on noin 7,1 €/tunti. Arvossa otetaan huomioon matkojen jakaantuminen työajan sisäisiin ja muihin matkoihin. (RHK 2004)

Käyttäen laskennassa junamatkustajan matka-ajan arvoa sekä ruotsalaisen tutkimuksen ja suomalaisten selvitysten arvioita myöhästymisajan suhteesta matka-aikaan saadaan karkea arvio siitä, millaisia kustannusvaikutuksia epätasällisyydestä aiheutuu matkustajille. Odotusajan matkavastuksen kerroin voi vaihdella välillä 1,7–3,5. Ruotsissa junan myöhästymisajalle vertailuarvona on käytetty noin kaksinkertaista kerrointa matka-aikaan nähden. (Nyström 2005a) Laskennan tuloksena odotusajan arvo matkustajalle olisi tällöin noin 12–25 €/h. Tästä johtamalla voitaisiin karkeasti arvioida myöhästymisminuutin arvoa. Karkea arvio olisi noin 0,2–0,4 €/minuutti/matkustaja.

Rietveld et al. (2001) on määrittänyt myöhästymisminuutin arvon tutkimuksessa, joka käsitteli joukkoliikenteen matkaketjujen luotettavuutta. Sen mukaan yksi kulkuvälineessä vietetty menetetty minuutti oli 0,123 € arvoinen (27 Dfl, Alankomaiden sentti, Suomen Pankki 2008). Sen mukaan 50 % todennäköisyys myöhästyä 2 minuuttia oli puolestaan 0,290 € arvoinen (64 Dfl, Suomen Pankki 2008). Tutkimuksessa arvioitiin myös matka-ajan lyhenemisen arvoksi 7,28 €/h sekä arvoa 50 % todennäköisyydelle myöhästyä 15 minuuttia, jonka arvoksi saatiin noin 2,18 €. (Rietveld et al. 2001) Näiden tulosten perusteella kulkuvälineessä myöhästymistunnin arvo



matkustajalle olisi noin 7,4 euroa, mikä on hyvin lähellä suomalaista keskimääräistä junamatkustajan ajan arvoa 7,1 euroa/tunti.

Myöhästymisen kustannukset vaihtelevat suuresti riippuen niin matkan päämäärästä kuin sen tarkoituksestakin eri matkustajatyypin kesken. Myöhästymisminuutin kustannukset vaihtelevat tämän johdosta paljon ja arvioinnissa käytetään karkeitakin yleistyksiä. Keskimääräinen arvio matkustajan myöhästymiskustannukselle on noin 7 €/tunti.

Nyström (2005a) on vertaillut epätasaisuudesta johtuvan odotusajan kustannuksia matka-ajan kustannuksiin nähden. Myöhästymisen kustannuskehityksestä nousee esille niiden epälineaarisuus, myöhästymiskustannukset nousevat nopeasti noin 10 minuuttiin saakka, jonka jälkeen kasvu on rauhallisempaa. Tämän mallin mukaan 60 minuutin myöhästymisestä aiheutuvat kustannukset työmatkaliikenteessä ovat noin 22 €. (Nyström 2005a) Tämä arvo vastaa edellä arvioitua odotusajan arvoa 0,2–0,4 €/minuutti.

Tulosta myöhästymisen moninkertaisesta vastusarvosta matka-aikaan nähden tukee Alankomaissa tehty selvitys, jonka mukaan matkustajat arvottavat pahemmaksi 50 % todennäköisyyden olla 2 minuuttia myöhässä kuin 100 % todennäköisyyden olla minuutin myöhässä. Sveitsiläisiä henkilöliikennejuna kartoittaneessa tutkimuksessa puolestaan odottamattomien myöhästymisten kustannuksien arvioitiin keskimääräiselle myöhästymiselle olevan noin 1,5-kertaisia verrattuna samansuuruiseen matka-ajan pitenemiseen. (Nyström 2005a)

Rautatieliikenteen sekundääristen myöhästymisten, kuten kaikkien myöhästymisten kustannusvaikutuksia voidaan arvioida sen perusteella, kuinka ihmiset arvottavat aikaa. Tätä voidaan arvioida myös junatyypin valinnan avulla. Kuinka paljon enemmän yksittäinen asiakas on valmis maksamaan valitessaan nopeamman ja kalliimman junan kuin samalla yhteysvälillä liikennöivän hitaamman ja edullisemman junan.

Samanlaista arvottamista on vaikeampi käyttää tavaraliikenteelle, jossa kuljetettavat tavaravirratt ovat kriittinen osa teollisuuden toimintaa ja täsmällisyystavoitteet liittyvät kiinteästi teollisuuden prosessien aikatauluihin. Ruotsissa on tehty tavaravirtojen aikakustannuksista arvioita ja niiden mukaan tavaraliikenteessä myöhästymisen kustannukset vaihtelevat kuljetettavan tavaratyypin perusteella. Esimerkkinä Ruotsin rataviranomainen Banverket arvottaa kevyet ja kalliit kulutustuotteet noin 2 €/tonnitunti sekä vastaavasti nestemäisen tai bulkkitavaran ainoastaan 0,02 €/tonnitunti (Nyström 2005a).

#### 4 KANSAINVÄLISET TÄSMÄLLISYYSMITTARIT

Kansainvälinen täsmällisyyden vertailu on haastavaa, sillä standardoituja mittaristoja ei ole olemassa eikä täsmällisyystietoa laaja-alaisesti tuoteta julkiseen käyttöön. Eri maissa on erilaiset tavat toteuttaa täsmällisyyden mittausta ja täsmälliseksi määritellyt poikkeavat toisistaan. Mittaustapojen eroavaisuuksien taustalla voidaan nähdä olevan maantieteelliset erot, eroavaisuudet raportoinnissa ja mittayksiköissä tai määritelmässä. Täsmällisyystasojen vertailtavuuden kannalta yhtenäiset, standardoidut mittaustavat olisivat tärkeitä. (NEA 2003)

Kansainvälinen rautatieliitto (UIC 450-2) määrittelee täsmällisyyden seuraavasti: ”Täsmällisyys on laadun mittari, joka ilmaisee henkilö- ja tavaraliikenteen luotettavuutta. Sen vertailuperusta on aikataulu”. Kansainvälisesti on siis määriteltä, että täsmällisyyden mittaustavaksi on suunniteltu aikataulu. Täsmällisyyden mittaamiseksi on määritetty peruskaava, jonka mukaan juna voidaan pitää täsmällisenä silloin, kun se aikatauluun verrattuna saapuu mittauspisteeseen määritettyjen aikarajojen sisällä.

Kansainvälisen rautatieliiton tavoitteena on löytää sellaiset täsmällisyyden mittaustavaperusteet, joita voidaan soveltaa usean maan väliseen rautatieliikenteeseen ja se on omassa täsmällisyysprojektissaan tarkastellut täsmällisyyttä erityisesti kansainvälisessä liikenteessä. Sen täsmällisyysanalyysissä raja-arvoina on käytetty 5 minuuttia henkilöliikenteelle sekä 30 minuuttia tavaraliikenteelle. (UIC 450-2) Useassa Euroopan maassa myös kansallisen liikenteen täsmällisyyden mittaustavaperusteet ovat hyvin lähellä UIC:n käyttämiä mittaustavaperusteita. Yleisimpänä täsmällisyyden määritelmänä on henkilöliikenteessä maksimissaan viiden minuutin poikkeama aikatauluun ja kokonaistäsmällisyyden laskeminen myöhästyneiden junien prosenttiosuutena kaikista junista. (UIC 450-2, NEA 2003, Nyström 2005b)

Täsmällisyyden määrittelemisen maksimissaan viiden minuutin poikkeamana aikatauluun perustuu ajatukseen, jonka mukaan alle viiden minuutin myöhästymisen aiheuta merkittäviä vaikutuksia matkustajille. Pitkällä matkalla myöhästymisen pituus on suhteessa vähemmän merkityksellinen kuin lyhyellä matkalla. (NEA 2003) Tästä johtuen kauko- ja lähiliikenteessä on käytetty toisistaan poikkeavia epätäsmällisyyden raja-arvoja, kuten Suomessa.

Eri maiden rautatieliikenteen mittaamisessa on muitakin eroja kuin käytetyt raja-arvot. Täsmällisyyden mittaamisen tarkkuus on yksi kokonaistäsmällisyyteen vaikuttava tekijä, jossa eroavaisuuksia esiintyy. Yksin raja-arvon määrittäminen ei riitä yhtenäisten mittaustavaperusteiden luontiin. Mittaustarkkuuden osalta yhtenäistä käytäntöä ei ole muun muassa tulosten pyöristämisestä; pyöristetäänkö myöhästymisen lähimpään minuuttiin, ylös- vai alaspäin. Pyöristämisen vaikutus korostuu erityisesti käytettäessä pientä täsmällisyyden raja-arvoa, kuten usein kaupunkien lähiliikenteessä. Useissa Euroopan maissa pyöristäminen tapahtuu lähimpään täyteen minuuttiin, mutta myös myöhästymisen pyöristämistä alaspäin on käytössä. (NEA 2003)

Täsmällisyystieto voi olla koostumukseltaan monentyyppistä, UIC muun muassa esittää täsmällisyysaineiston poikkeamina aikataulusta. Aikataulujen poikkeamia rekisteröidään lähtö- ja määränpääasemilla, mutta myös vertailuasemilla, eli asemilla, joilta junalla on aikataulunmukainen lähtöaika. Poikkeamia tarkastellaan minuuteissa.

Aikataulupoikkeamat ovat yksi tärkeimmistä myöhästymisten syitä ilmaisevista tekijöistä. UIC seuraa ja tilastoi myös kansainvälisen raideliikenteen, siis usean maan välisen liikenteen täsmällisyyttä. Silloin tarkastellaan lähtö- ja saapumistäsmällisyyden lisäksi täsmällisyyttä raja-asemilla.(UIC 450-2)

UIC:n kansainvälistä liikennettä käsittelevässä koodissa (UIC 450-2) täsmällisyyden laskutavaksi osoitetaan vertailuasemien täsmällisyysprosentin esittämistä niiden yksittäisten mittausten summana, joissa täsmällisyys on ollut sama tai pienempi kuin käytetty raja-arvo. Tulos voidaan esittää vertailuasemittain tai asemien yhteenlaskettuna arvona. Täsmällisyyden raja-arvot ovat UIC:n koodin mukaisesti 5 minuuttia henkilöliikenteelle ja 30 minuuttia tavaraliikenteelle. (UIC 450-2) Poislukien lähiliikenne on tämä laskentatapa sama, jolla täsmällisyyttä mitataan Suomessakin. UIC:n malli eroaa siinä, että junan täsmällisyyttä mitataan useilla vertailuasemilla, lähtöasemalla sekä määränpääasemalla ja täsmällisyys on kaikkien näiden mittauspisteiden summa.

Esimerkkinä UIC esittää täsmällisyysprosentin laskennan, jossa juna saapuu aikataulussa, tai rajojen mukaan täsmällisesti kaikille vertailuasemille, mutta on myöhässä määränpäässä. Ainoastaan määränpään täsmällisyyden mittauksella saadaan täsmällisyysprosentiksi vain 61,9 %, mutta huomioiden asemat koko junan matkan ajalta täsmällisyydeksi tulee 90,5 %. (UIC 450-2, Appendix F)

Seuraavissa luvuissa 4.1–4.7 on esitetty täsmällisyyden mittaamisperusteita ja tilastointitapoja Euroopan maissa sekä rautatieliikenteen täsmällisyyden huippumaassa Japanissa. Lopuksi on erilaisista mittausmenetelmistä esitettynä yhteenveto, jossa kansainvälisiä täsmällisyyden mittausperusteita on myös verrattu suomalaiseen nykymittariin. Eri maiden täsmällisyysmittareiden ja -tason vertailun avulla suomalaisen nykymittarin vahvuuksia voidaan arvioida suhteessa muiden maiden menetelmiin. Muiden maiden menetelmät toimivat vertaisvertailun välineenä ja niiden avulla pyritään parantamaan kotimaisia mittausmenetelmiä.

#### **4.1 Pohjoismaat**

Pohjoismaiset täsmällisyyden mittausmenetelmät ovat hyvin samankaltaisia kuin suomalainen. Rautatieympäristöistä on myös löydettävissä yhtäläisyyksiä ja sen johdosta mittausmenetelmien erilaiset piirteet ovat täsmällisyysmittarien kehittämis-työssä arvokkaita ja pohjoismaissa käytetyt mittausmenetelmät helposti toteutettavissa myös meillä.

Ruotsin rautatieympäristössä on monia yhteneväisyyksiä suomalaiseen, muun muassa muutos yhdestä rautatieliikenteen toimijasta useampaan elimeen. Tämä muutos on vaikuttanut muun muassa asiantuntemuksen hajaantumiseen ja tutkimusten perusteella on havaittavissa, että samalla täsmällisyydestavoitteiden eteenpäin vieminen on hajautunut monelle eri taholle. (Nyström 2005b)

Täsmällisyyden tason mittausta pidetään Ruotsissa luotettavana, epävarmempaa on myöhästymisten syiden seuranta. (Nyström 2005b) Täsmällisyyden mittausperustana siellä on poikkeama aikataulusta yli minuutti ennen lähtöä tai saapumisessa yli viisi minuuttia kaukoliikenteessä. (Nyström 2005a) Mittausperusteet ovat hyvin



samankaltaiset Suomen tilanteeseen verrattuna. Ruotsissa täsmällisyyttä kuitenkin mitataan lähdössä, määränpääasemalla sekä välipisteissä.

Tukholman alueella lähiliikenteessä täsmällisyyden määritelmänä on aikataulun mukaisesti kulkevien junien osuus kaikista. Raja-arvoina aikataulunmukaisuudelle on lähtö alle minuutin ennen aikatauluun suunniteltua lähtöaikaa tai korkeintaan kolme minuuttia sen jälkeen. Peruttujen lähtöjen osuus mitataan erikseen, sillä peruttujen junien vaikutukset kokonaistäsmällisyyteen ovat muuten merkittävän suuret. (Nyström 2005a, Landstings-Revisorerna 2006)

Erityispiirteenä täsmällisyyden mittaukseen Ruotsista löytyy Tukholman lähiliikenteessä esitetty ajatus täsmällisyyden mittaamisesta koetun täsmällisyyden avulla. Koettu täsmällisyys perustuu asiakastytyväisyyteen ja sitä on käsitelty aiemmin luvussa 2.2.1. Tukholman alueella asiakasnäkemyks on nostettu selkeästi esille täsmällisyyden mittaamisessa.

Norjassa täsmällisyyden mittausperusteet ovat hyvin samankaltaiset kuin muissakin pohjoismaissa, Oslon lähiliikenteessä raja-arvona kolme minuuttia, kaukoliikenteessä viisi. Norjassa usein mitataan myös myöhästymisminuuttien kokonaismäärää, kuten Suomessakin. Norjalainen täsmällisyysmittaus tapahtuu määränpääasemalla, poikkeuksena on Oslon pääasema, jossa täsmällisyyttä voidaan mitata myös matkan aikana, aseman merkittävyydestä johtuen. (Olsson & Haugland 2004, Nyström 2005a)

Täsmällisyyden analysointi on Norjassa toteutettu hyvin. Täsmällisyydestä tiedotetaan vuosittain julkisesti erillisellä täsmällisyysraportilla. Raportissa selvitetään epätäsmällisyyden syitä ja kerrotaan kuluneen vuoden saavutetuista täsmällisyydestä osista rataosittain. Siinä on käsiteltyä myös tavaraliikenne. Raportissa on analysoitu täsmällisyyttä ja pyritty myös ennakoimaan täsmällisyyskehitystä muun muassa ratatöiden tai muiden tekijöiden aiheuttamien nopeustason laskujen vaikutusta täsmällisyydestä on arvioitu. Raportin tuottaa paikallinen rataviranomainen, Jernbaneverket. (Jernbaneverket 2007)

Täsmällisyyden kehitystä seurataan Norjassa täsmällisyydestä lisäksi muun muassa luvulla, joka kuvaa kuukausittain liikenteessä menetettyjä minuutteja. Tämä luku on lähellä kustannusajattelua, kun menetetyt tunnin aikakustannuksia on useimmissa maissa arvioitu ottaen huomioon liikenteen erityyppiset käyttäjäryhmät.

Norjassa on erityisesti Oslon alueella tutkittu täsmällisyyteen vaikuttavia tekijöitä sekä täsmällisyyden ja kapasiteetin riippuvuutta toisistaan. Ratakapasiteetti ja sen käyttö esitetään vuosittain kuvaten erityisesti epätäsmällisyyttäkin aiheuttavat pullonkaulat. Taustalla ovat kasvaneet liikennemäärät sekä tästä johtuvat kapasiteettiongelmat. (Jernbaneverket 2007)

Tanskalaiset täsmällisyyden mittausperusteet noudattelevat pohjoismaista linjaa, juna arvioidaan kuitenkin myöhästyneeksi jo silloin, kun se saapuu yli kaksi minuuttia aikataulusta myöhässä. (Nyström 2005a)

## 4.2 Sveitsi

Sveitsi on yksi Euroopan maista, jossa rautateiden merkitys on tärkeä ja jota käytetään usein niin esimerkki- kuin vertailukohteena tutkittaessa rautatieliikenteeseen liittyviä prosesseja. Täsmällisyyden osalta Sveitsissä on yleistä eurooppalaista linjaa noudattelevat perusteet, mutta myös erityispiirteitä löytyy. Kokonaistäsmällisyys Sveitsissä henkilöliikenteessä vuonna 2006 oli 96,2 % sen parantuessa edellisestä vuodesta 0,5 prosenttiyksikköä.

Muusta eurooppalaisesta täsmällisyysmittauksesta poiketen Sveitsissä mitataan erikseen arkipäivien täsmällisyyttä. Arkipäivinä sveitsiläisen liikennöitsijän SBB:n täsmällisyys on hiukan huonompi kuin kokonaistäsmällisyys yltäen 95,9 prosenttiin. Täsmällisyystavoitteena viikolla on, että juna saapuu asemalle ajallaan tai maksimissaan kolme minuuttia myöhässä. Yleisesti Sveitsissä täsmällisyyttä mitataan neljän minuutin aikarajalla, kuitenkin niin, että vielä 4 minuutin ja 59 sekunnin myöhästyminen lasketaan neljäksi minuutiksi, eli täsmällisyyden raja-arvoa pyöristetään alaspäin. (NEA 2003)

Täsmällisyyttä on Sveitsissä pystytty parantamaan turvalaitehankinnoin. Näiden toimenpiteiden avulla myöhästymisminuuttien määrä on pudonnut noin 30 %, kuukausitasolla tämä tarkoittaa 35 000 minuutista 24 000 minuuttiin. (SBB AG 2007)

Tavaraliikenteen operaattorin SBB Cargon täsmällisyys parani vuonna 2006 edellisvuosiin verrattaessa. Vuonna 2005 täsmällisyysprosentti oli 75 %, vuonna 2006 täsmällisyystaso oli noussut jo arvoon 81 %. Tämä tarkoittaa, että neljä viidestä tavarajunasta saapui määränpäähensä ajallaan tai enintään tunnin myöhässä. Eurooppalaisittain tunnin raja-arvo on tavaraliikenteen täsmällisyydelle melko suuri, tätä raja-arvoa käytetään sveitsiläisessä mittarissa kuitenkin vain kansainväliseen tavaraliikenteeseen. Sveitsin sisällä tapahtuvassa liikenteessä käytetään eri raja-arvoa, silloin tavarajuna määritellään täsmälliseksi maksimissaan 30 minuuttia aikataulunmukaisen saapumisajan jälkeen.

Tavoitteena SBB Cargo:lla on kaikessa liikenteessä 90 prosentin täsmällisyys. Sveitsin sisäisessä liikenteessä täsmällisyysprosentit ovat merkittävästi parempia. Vuonna 2006 96 % tavaravaunullisista junista saapui määränpäähän aikataulussa tai maksimissaan 30 minuuttia myöhässä. Tavarajunat on myös luokiteltu täsmällisyysseurantaa varten palvelutason mukaisesti, muun muassa pikarahtijuniin. Pikarahtijunista täsmällisiä oli 97,5 %. (SBB AG 2007)

## 4.3 Ranska

Ranskassa mitataan erillisinä liikenteen täsmällisyyttä ja säännöllisyyttä. Täsmällisyyttä mitataan ainoastaan myöhästymisenä saapumisajasta. Täsmällisyyden mittausta kuitenkin tukee säännöllisyyden mittaus, millä tarkoitetaan sitä, kuinka hyvin juna pysyy aikataulussaan ajon aikana. Määräasemalla mitattavan täsmällisyyden raja-arvona on viisi minuuttia, tämän jälkeen junaa pidetään myöhästyneenä. Säännöllisyyttä puolestaan mitataan raja-arvoilla 15 ja 30 minuuttia myöhässä ja yli 5 minuuttia etuajassa. (Nyström 2005a)



Täsmällisyys ilmaistaan myöhästyneiden junien prosenttiosuutena. Täsmällisyyttä mitataan rataverkolla jatkuvasti, pisteissä sekä lähtö- ja määränpääasemilla. (Nyström 2005a)

Pariisin lähiliikenteessä seurataan erityisesti hupputuntien täsmällisyyttä. Tarkasteltavina huipputunteina ovat aamulla kello 6–9 ja illalla kello 17–20. Huipputuntien matkustajamäärät ovat noin 80 % koko päivän käyttäjämäärästä, joten huipputuntien täsmällisyys antaa melko hyvän kuvan koko lähiliikenteen täsmällisyydestäkin. Lähiliikenteessä epätäsmälliseksi juna luokitellaan silloin, kun myöhästyminen määränpääasemalla on yli viisi minuuttia. Peruutetut junat lähiliikenteessä kirjataan myöhästyneiksi. (SNCF 2008)

#### 4.4 Alankomaat

Alankomaissa rautatieyhtiö NS mittaa täsmällisyyttä hyvin samanlaisin perustein kuin Suomessa. Tiheään asutuilla alueilla kaupungeissa epätäsmällisyyden raja-arvona käytetään kolmea minuuttia. Vertailtaessa Alankomaiden täsmällisyyttä 3 minuutin raja-arvolla siellä saavutettu täsmällisyystaso on heikko, mutta viiden minuutin raja-arvolla täsmällisyys on kansainvälisesti hyvää tasoa. Kansainvälisessä vertailussa Alankomaat käyttävätkin viiden minuutin täsmällisyystasoa. (Veenman 2003) Rataverkon haltijalla ProRaililla on tavoitteena 85 prosentin täsmällisyys, kun nykytilassa yli 80 prosenttia junista kulkee ajallaan.

Alankomaissa rautatieliikenteen täsmällisyystavoitteiden tueksi on asetettu taloudellisia kannusteita. Liikenneministeriön ja Alankomaiden rautatieyhtiön yhteispäätöksellä on sovittu täsmällisyystason parantamisesta prosenttiyksiköllä vuosittain ja samalla sanktioiden ja asiakkaille suoritettavien takaisinmaksusäännösten käyttöönotosta suorituskyvyn ollessa puutteellinen. (Hansen 2001)

Alankomaissa rautatieyhtiö NS on ottanut huomioon myöhästymisten vaikutusten merkittävyyden ja asiakasnäkökulman tarjoamalla kaikille junamatkalla yli 30 minuuttia myöhästyneille matkustajille korvauksen. Sen saavat kaikki, joiden matka on ollut yli 30 minuuttia aikataulunmukaisesta myöhässä, ehdolla, että myöhästymisen syy on ollut liikennehäiriössä. Luonnonilmiöiden aiheuttamat myöhästymiset on rajattu tämän ulkopuolelle. Korvausta haetaan erikseen matkan jälkeen.

Korvausten myöntämisperusteina käytetään 30 minuuttia, vaikkei tämä ole täsmällisyysmittariin sidottu raja-arvo. Erillisen rajan asettaminen korvattavuudelle voidaan tulkita myös niin, että vasta 30 minuutin myöhästyminen on sen suuruinen, että sillä nähdään olevan vaikutuksia matkustajalle ja asiakastytyväisyyden vuoksi pidetään tarpeellisenä tarjota tästä korvaus.

#### 4.5 Belgia

Belgian täsmällisyystilanteen tilastointi kuvaa hyvin niitä tekijöitä, joita maassa täsmällisyyden osalta seurataan. Tulosten avulla ei suoraan nähdä mittauserusteita, mutta niiden avulla nähdään, mitä mitataan ja minkä asioiden suhteen täsmällisyyttä tarkastellaan. Belgian täsmällisyystiedoista näkyy muun muassa 10 tärkeimmän linjan ja ruuhkatuntien painotus. Eriksen seurataan aamun ja iltapäivän tuntien täsmällisyyttä.



Belgiassa ei siis mitata ainoastaan yhtä täsmällisyyslukua, vaan täsmällisyyttä on painotettu kellonaikojen ja junien luokan mukaan. (Infrabel 2007)

Täsmällisyyden raja-arvona käytetään viittä minuuttia määränpääasemalla. Täsmällisyyden mittausta noudatetaan yleistä eurooppalaista linjaa, määränpääaseman täsmällisyyden mittauksesta yhdellä raja-arvolla. (Infrabel 2007) Nykyistä belgialaista mittaria kohtaan on julkisessa keskustelussa esitetty voimakasta kritiikkiä. Kritiikkiä on aikaansaanut erityisesti se, ettei täsmällisyysmittaus tapahdu kuin linjan päässä, viimeisellä määränpääasemalla. Osaltaan mittarin heikkoutena pidetään sitä, ettei siinä oteta huomioon mahdollisten vaihtoyhteyksien menetystä. Belgialainen mittari ei ota huomioon perutettuja junia täsmällisyyslukoksen laskennassa.

Monesta muusta Euroopan maasta poikkeavaa Belgiassa on asiakkaiden täsmällisyyden mittausta. Tätä ei suoritata rataviranomainen, vaan Belgiassa joukkoliikenteen asiakkaiden järjestö (l'Association des Clients des Transports Publics, ACTP), joka tekee vuosittaisia matkustajien kokeman täsmällisyyden mittauksia. Vuoden 2007 lokakuussa tehdyssä kyselyssä 10 700 matkustajasta 65 % oli kokenut myöhästymisen. (Infrabel 2007)

#### 4.6 Iso-Britannia

Iso-Britanniassa täsmällisyyden mittaaminen on osa julkisen suorituskyvyn mittaristoa (Public Performance Measure, PPM). Tässä mittaristossa junien täsmällisyyttä seurataan vertaamalla niiden toteutunutta kulkua aikataulunmukaiseen. Suorituskykymittaristo (PPM) yhdistää sekä täsmällisyyden että säännöllisyyden yhdeksi mittariksi. PPM-mittaristo on ainoastaan henkilöliikenteen suorituskyvyn mittari. (Olsson & Haugland 2004, Nyström 2005a, Cole & Cooper 2005)

PPM ilmaisee prosenttiosuuden luvanvaraisten henkilöliikenteen junien aikataulunmukaisista saapumisista sekä tietyn aikamarginaalin sisällä saapuneiden junien osuuden. Tähän mittaustapaan kirjautuvat myös kaikki myöhästymisen syyt. Toinen mittari, *Network Rail Delay Minutes*, kuvaa niin henkilö- kuin tavaraliikenteen kokonaismyöhästymisminuuttisummaa, silloin kun myöhästymisen syyn voidaan nähdä riippuvan rautatieviranomaisen, Network Rail, toiminnasta. (ORR 2007)

PPM-mittarin mukaan juna määritellään myöhästyneeksi lähiliikenteessä viiden minuutin jälkeen, kaukoliikenteessä mitataan 10 ja 15 minuutin myöhästymisiä. Mikäli juna ajaa yli puolet suunnitellusta reitistään mutta ei koko reittiä, se lasketaan yli 20 minuuttia myöhässä saapuneeksi. Alle puolet suunnitellusta reitistään liikennöivä juna kirjataan peruutetuksi. Täsmällisyyttä mitataan lähtö- ja määränpääasemilla, jatkuvasti ja pisteittäin. (Olsson & Haugland 2004, Nyström 2005a)

Cole & Cooper (2005) kritisoi Britannian täsmällisyysmittaria siitä, ettei se ota huomioon suorituskyvyn mittaamisessa kuin junien täsmällisyyden ja jättää ottamatta huomioon muita erittäin tärkeitä tekijöitä rautatieliikenteessä kuten turvallisuuden ja matkustusmukavuuden. Iso-Britanniassa täsmällisyys on tärkein mittari, jonka avulla rautatieyhtiöiden toimintaa arvioidaan.

Britanniassa rautateiden yksityistäminen on vaikuttanut liikenteen täsmällisyystasoon negatiivisesti (Cole & Cooper 2005, Hansen 2001). Cole & Cooper (2005) mukaan nykyiset suorituskykyyn keskittyvät mittarit eivät ole riittäviä kuvaamaan yksityistämistä johtuvaa muutosta. Muutoksen täsmällisyystasossa he näkevät johtuvan yksityistämistä seuranneen osaavan työvoiman puutteesta.

#### 4.7 Japani

Japani on raideliikenteen täsmällisyyden esimerkkimaa. Mittausperusteet, raja-arvot samoin kuin saavutettu täsmällisyystaso poikkeavat merkittävästi eurooppalaisesta. Aikataulun mukaisesti tai alle viisi minuuttia myöhässä saapuvien junien osuus on jopa 98 % kaikista. Japanin hyvää täsmällisyyttä on pyritty selittämään kulttuurisilla eroilla, mutta myös rautatieliikenteen johtamistavassa on eroja. Japanissa liikenteenjohto keskittyy epätäsmällisyyttä aiheuttavien tekijöiden eliminoimiseen. Tavoitteet eivät ole yksin liikenteenjohton, vaan myös matkustajat pitävät tärkeänä, että junat kulkevat ajallaan. (NEA 2003)

Japanin hyvään täsmällisyystasoon on syytä kiinnittää huomiota erityisesti siksi, että maassa on saavutettu erinomaisia täsmällisyystuloksia vaikkakin yhtäaikaaisesti rautateiden matkustajamäärät ja kapasiteetin käyttöaste ovat suuria sekä ympäristöolot vaativat.

Japanissa luokittelu epätäsmälliseksi on eurooppalaisia normeja huomattavasti tiukempi. Täsmällisenä junaa pidetään, jos se on myöhässä aikataulustaan maksimissaan yhden minuutin. Täsmällisyyttä ei esitetä täsmällisyysprosenttina samoin kuin monessa muussa maassa, vaan täsmällisyyttä kuvataan keskimääräisenä myöhästymisen pituutena. Esimerkiksi Tokion ja Osakan välillä keskimääräinen myöhästyminen on 0,6 minuuttia. (Nyström 2005a)

Täsmällisyyden mittauksen tarkkuus on sekunnin luokkaa. Samoin liikennöinnin toiminnot suunnitellaan jopa 15 sekunnin tarkkuudella (Mukula 2007). Mittauksen tarkkuus on merkittävästi muita tarkempi ja näin tarkasti toimiva järjestelmä vaatii luotettavan kaluston sekä automaattisen mittausjärjestelmän.

#### 4.8 Yhteenveto

Euroopan maissa on selvästi samantyyppinen tapa mitata täsmällisyyttä, mutta kukin maa on tulkinut ja soveltanut yhtäläisiä perusteita niin, että täsmällisyystulokset eivät ole yksiselitteisesti vertailtavissa. Taulukossa 4.1 on koottuna edellä esiteltyjen maiden täsmällisyyden mittausperusteet ja mittauksissa käytetyt raja-arvot. Taulukossa on myös määritettyjen perusteiden mukainen täsmällisyystaso niiltä mailta, joilta se oli tiedossa.



Taulukko 4.1 Kansainvälinen vertailu täsmällisyyden mittausperusteista.

Vertailu-maa	Mittausperusteet	Raja-arvo, lähiliikenne	Raja-arvo, kaukoliikenne	Täsmällisyys-taso
Suomi	mittaus määräasemalla	3 min	5 min	88,2%/96,6% (2007)
Ruotsi	mittaus lähdössä, määränpääasemalla sekä välipisteissä	-1 min +3 min	5 min	
Norja	mittaus määräasemalla ja myöhästymisminuuttien kokonaismäärä	3 min	5 min	
Tanska	mittaus määräasemalla		2 min	
Sveitsi	erilliset mittausperusteet arkena/viikonloppuna		3 /4 min	95,9/96,2 % (2006)
Ranska	myöhästymisenä saapumisajasta	5 min	5(15/30) min	
Alankomaat	mittaus pääasemilla	3 min	3/(5) min	80 %
Belgia	mittaus määräasemalla sekä koetun täsmällisyyden mittaus		5 min	matkustajien kokema 65 %
Iso-Britannia	Public Performance Measure, PPM	5 min	10/15 min	
Japani	keskimääräinen myöhästymisen pituus	1 min	1 min	0,6 min/juna

Kansainvälinen vertailu eri maiden täsmällisyyden välillä on haastavaa erilaisten määritelmien ja mittautapojen johdosta. Merkittävänä erona on mittauspisteiden lukumäärä, mitataanko täsmällisyyttä useammalla asemalla vai ainoastaan pääteasemalla. Yleisin mittareiden puute monessa maassa on matkustajamäärä ja kuljetetun tavarantoiminnan määrätiedon puute tai sen hyödyntäminen täsmällisyyden mittauksessa. Nyström (2005b) nostaa esille tämän ongelman ja tuo esille määrätietojen tarpeellisuuden erityisesti täsmällisyystilanteen paranemista seuraavissa mittareissa.

Kansainvälisissä täsmällisyysmittareissa ei myöskään esiinny täsmällisyyttä korjaavia tekijöitä kuten vuorovälin, kapasiteettitason tai operaattoreiden lukumäärän huomioon ottavia muuttujia. Vuosittaisissa täsmällisyystason vertailuissa ei ole otettu huomioon liikenteen tai matkustajamäärien kasvua, vaikka kapasiteetin ja täsmällisyyden välinen yhteys on selkeä.

Tällä hetkellä yleisin tapa kuvata täsmällisyyttä Euroopan maissa on kahden mittarin avulla. Nämä ovat myöhästyneiden junien osuus kaikista junista mittauspisteessä, esitettynä prosenttilukuna sekä junien myöhästymisminuuttien kokonaissumma rajatulla aikavälillä.

Yleistä ainakin Euroopassa on se, että täsmällisyyttä mitataan ainoastaan määränpääasemilla. Peruste tällaiseen mittautapaan on usein yksinkertainen, muun muassa NEA (2003) on tutkimuksessaan todennut, että täsmällisyysmittaukset väliasemilla eivät vaikuta kokonaistäsmällisyyteen merkittävästi, joten niitä ei nähdä tarpeellisina.



Yhteistä eurooppalaisille mittareille on myös se, että niissä ei oteta huomioon alle 3 minuutin myöhästymisiä, vaikkakin näiden osuus on suuri (Hansen 2001). Pienten myöhästymisten merkitys on myös nähty kokonaisuuden kannalta pieneksi. Täsmällisyyden syitä painotettaessa NEAn (2003) tutkimuksessa tultiin tulokseen, että paras kuva eri täsmällisyyden syistä ja niiden suhteista toisiinsa saadaan myöhästymisminuuttien avulla.

Yhtä yksiselitteistä täsmällisyyden mittaustapaa ei voida nostaa esille kansainvälisen vertailun pohjalta, vaikka yhteisiä tekijöitä on selvästi löydettävissä. Täsmällisyyttä mitataan monella eri raja-arvolla, käytössä on muun muassa 1, 3, 4, 5, 10 ja 15 minuuttia. Yleisin raja-arvo maailmalla on erityisesti kaukoliikenteelle 5 minuuttia (Hansen 2001). Täsmällisyyden mittaaminen on monessa maassa vakiintunut minuuttien mittaamisen ja täsmällisyysprosenttien laskuun. Uusia ja erilaisia menetelmiä ei ole juurikaan esittänyt. Erilaisena mittaamenetelmänä esille nousee ainoastaan Japani, jossa täsmällisyystilanne esitetään junan keskimääräisenä myöhästymisenä, minuutteina. Tämä esitystapa tuo esille epätäsmällisyyden suuruuden paremmin kuin mittarit, joissa kaikkia tietyn raja-arvon ylittäneitä junia arvotetaan samalla tapaa. Matkustajalle kuuden minuutin myöhästymisen oletettavasti aiheuttaa vähemmän harmia kuin 26 minuutin myöhästymisen.

Kansainvälisesti yhteiset täsmällisyyden mittarit puuttuvat ainakin toistaiseksi. Tulevaisuudessa yhteiset täsmällisyyden mittauserusteet tulevat varmasti entistä merkityksellisemmiksi. Erityisesti kansainvälisessä liikenteessä yhtenäisten mittareiden merkitys korostuu, kun junan täsmällisyyttä halutaan tarkastella samoin perustein koko matkan ajalta. Yhteisten mittareiden käyttö ja kunkin maan erilaiset mittaustarpeet on haastavaa yhdistää ja tulee selvittää, ovatko rautatieympäristöt niin yhteneviä, että yhteiset täsmällisyyden mittaamenetelmät ovat mahdollisia. Kansainvälisen vertailun perusteella näyttäisi, että Euroopan alueella tällaiseen on mahdollisuus. Aasian kehittyneiden maiden, kuten esitellyn Japanin rautatieympäristö, organisaatorakenne ja kulttuuri ovat hyvin poikkeavia eurooppalaisesta, eikä laajoja yhteisiä mittauserusteita ehkä ole mahdollista rakentaa.

Voidaan nähdä, ettei täsmällisyyden mittaamiseen riitä yksi mittari, vaan yhtenäisiä mittareita ja mittaamenetelmiä tulee olla useita. Esimerkiksi erilaisille junille tulisi olla omat mittarit, samoin kuin tavara- ja henkilöliikenteelle. (NEA 2003, Rail Net Europe 2005) Eri junatyypeillä on havaittu olevan hyvin erilaiset täsmällisyystasot. Täsmällisyyttä olisikin tarpeen tarkastella junatyypeittäin, ei yhtenä kokonaisuutena. (Goverde 2005)

Rautatieliikenteen täsmällisyyden mittauserusteita voidaan tarkastella kansainvälisen vertailun perusteella, mutta tulee ottaa huomioon, että jo yhden maan sisällä eri rautatietoimijoilla, kuten kuljetusasiakkailta, voi olla omia menetelmiään ja raja-arvojaan täsmällisyyden mittaamiseen. Yrityksissä mittaustavat ja toleranssit vaihtelevat, samoin kuin se, mitä rautatieliikenteen täsmällisyys sisältää. Kuljetusasiakas voi määritellä täsmällisyyden tuotteen täsmällisyyden avulla, jolloin rautatiekuljetuksen täsmällisyyteen sisältyy myös lastaus ja purku, kun taas matkustajalle junan täsmällisyys sisältää vain asemien välisen matkan. (Nyström 2005b) Kansainvälisessä vertailussa ei esille noussut juuri tietoa tavaraliikenteestä, täsmällisyyttä pidetään selvästi enemmän henkilöliikenteen ongelmana.

#### 4.9 Teoriasta täsmällisyyden mittaamiseen

Rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaamista lähestyttiin tässä tutkimuksessa teorian kautta, ensiksi esittelemällä mittaamisen yleisiä perusteita suorituskyvyn mittaamisesta sekä mittaamisen yleisistä vaatimuksista. Mittaamisen perusteiden tuntemuksen kautta voidaan arvioida, kuinka mittaamisen vaatimukset täyttyvät yhdessä suorituskyvyn mittauksen sovelluskohteessa, rautatieliikenteen täsmällisyyden mittauksessa.

Teoriaosuudessa kuvattiin, millaiset tekijät muodostavat laadun ja palvelutason niin joukkoliikenteessä kuin rautateillä, sekä mitä tarkoittaa rautatieliikenteen täsmällisyys. Täsmällisyys on tärkeä rautateiden laatuun vaikuttava tekijä ja sen mittaaminen tarkoittaa osaltaan myös laadun ja palvelutason mittaamista. Täsmällisyyttä seurataan myös muussa liikenteessä, esimerkkeinä tutustuttiin lento- ja tieliikenteessä käytettyihin täsmällisyyskäsitteisiin.

Nykytilan tietämys on kaikessa kehitystyössä tärkeää. Tämän johdosta teoriaosuudessa kuvattiin suomalainen, nykyisin käytettävä rautatieliikenteen täsmällisyysmittari sekä niitä piirteitä, joita täsmällisyyteen liittyen Suomessa seurataan. Suomalaisen mittarin kuvauksen jälkeen esiteltiin täsmällisyyden mittaamista kansainvälisesti ja verrattiin suomalaista tapaa kansainvälisesti käytössä oleviin mittareihin, erityisesti eurooppalaisiin mittareihin, jotka osoittautuivat hyvin samankaltaisiksi suomalaisen mittarin kanssa. Kansainvälisessä vertailussa ei esiin noussut merkittäviä eroavaisuuksia suomalaiseen täsmällisyysmittariin nähden. Euroopassa tällä hetkellä käytettävät mittarit ovat hyvin yksinkertaisia, eikä niiden kautta löydetty merkittäviä menetelmiä uuden suomalaisen täsmällisyysmittarin perustaksi. Lähteinä käytetyn materiaalin perusteella on kuitenkin havaittavissa, että täsmällisyyden mittaamista ollaan kehittämässä ja menetelmiä uudistamassa Euroopassa tulevien vuosien aikana.

Teorian pohjalta nousi esille tekijöitä, jotka ovat nykyisessä tavassa mitata täsmällisyyttä puutteellisia sekä nykyisen mittarin selkeät vahvuudet. Teoriapohja yhdessä asiantuntijoiden haastatteluiden kanssa antoi mahdollisuudet nykymittarin analyysiin ja uuden mittarin perusteiden määrittelyyn. Näihin asioihin paneudutaan seuraavissa luvuissa.

## 5 KÄYTÖSSÄ OLEVAN MITTARIN ANALYYSI

Nykymittaria on tarpeen analysoida useasta näkökulmasta. Mittaamisen teorian avulla voidaan arvioida mittaamisen vaatimusten toteutumista. Toisaalta nykymittaria analysoitaessa tarkastellaan, kuinka hyvin sen avulla voidaan vastata niihin tarpeisiin, joita täsmällisyystiedosta halutaan. Selvitettävänä on kysymys siitä, kuvaako nykyinen mittari täsmällisyyteen vaikuttavia tekijöitä riittävän hyvin. Ensimmäisenä SWOT-analyysin avulla paljastetaan mittarin hyvät ja huonot puolet.

### 5.1 Nykymittarin SWOT-analyysi

SWOT on liiketoiminnassa yleisesti käytetty niin sanottu nelikenttäanalyysi, jossa selvitetään toiminnan heikkouksia, vahvuuksia ja tulevaisuuteen katsovia mahdollisuuksia sekä uhkia. Se on yksinkertainen työkalu toimintaan vaikuttavien tekijöiden ryhmittelyyn silloin, kun toimintaan liittyy lukuisia tekijöitä ja ne halutaan esittää havainnollisesti luokiteltuna. (VTT 2008) SWOT-menetelmää on käytetty täsmällisyyden nykymittarin analyysiin käyttäen apuna asiantuntijahaastatteluita ja nykytilan kuvausta.

Täsmällisyyden nykymittarin SWOT-analyysissä vahvuuksilla tarkoitetaan niitä mittaamisen ominaisuuksia, joita pidetään toimivina ja tehokkaina. Heikkouksilla puolestaan tarkoitetaan niitä nykymittarin puutteita ja parannustoiveita, joita nykymittariin liittyy. Uhat ja mahdollisuudet kohdistuvat nimenomaan nykymittarin tulevaisuuteen.

SWOT-analyysin tulokset otetaan huomioon uuden mittarin kehittämisessä. Nykymittarin vahvuuksina löydettyjä piirteitä pyritään säilyttämään, heikkouksia parantamaan ja muokkaamaan uusi mittari niin, että nämä heikkoudet tai puutteet on mahdollisuuksien mukaan korjattu. Nykymittarin mahdollisuudet tulee ottaa huomioon ja miettiä, miten nykymittari tulee säilyttää ja voidaanko sitä kehittää eteenpäin. Nykymittarin uhat tulee arvioida uudenkin mittarin mahdollisina uhkina ja niihin tulee varautua uuden mittarin hyvällä suunnittelulla ja testaamisella.



*Taulukko 5.1 SWOT-analyysin nelikenttä rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaamisen nykytilasta.*

<b>Vahvuudet</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– vertailtavuus</li> <li>– mittauksen jatkuvuus</li> <li>– eurooppalaisittain pätevä mittari, josta otettu malliakin</li> <li>– yksinkertaisuus</li> </ul>	<b>Heikkoudet</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ei suhteutettu matkustajamääriin</li> <li>– manuaalinen syykoodikirjaus</li> <li>– laskennassa huomioidaan ainoastaan täsmällisyys määränpäässä</li> <li>– pelkkä prosentti ei kuvaa minuuttimääristä myöhästymisen suuruutta</li> <li>– tiedon hallinta ja hyväksikäyttö</li> </ul>
<b>Mahdollisuudet</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mittarin tuottaman tiedon tulkinnan ja analysoinnin lisääminen</li> <li>– investointien tarkempi kohdentaminen</li> <li>– täsmällisyyden kehittäminen</li> <li>– → matkustajamäärän lisääminen</li> </ul>	<b>Uhat</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– mittarin analysointi niukasti resursoitu</li> <li>– tietotaito henkilöitynyt ja yhden miehen varassa</li> <li>– liikaa informaatiota, jota ei käsitellä</li> <li>– poistuu uuden mittarin alta</li> <li>– nykykäyttäjien tuntemus epävarmuustekijöistä/virhelähteistä</li> </ul>

Suomalaisen rautatieliikenteen täsmällisyysmittarin nykytilan SWOT-analyysin tuloksista nähdään, miten analyysissä löydetyt tekijät painottuvat nelikenttään. Heikkouksia ja vahvuuksia voidaan peilata suhteessa toisiinsa samoin kuin mahdollisuuksia ja uhkia.

### **5.1.1 Suomalaisen mittarin vahvuudet**

Nykymittarin ehdoton vahvuus on mittarin pysyvyys ja mittausmenetelmän jatkuvuus. Mittarissa on pystytty säilyttämään siitä saatava tieto samanlaisena. Tämän perusteella vuosittaiset täsmällisyystiedot ovat myös hyvin vertailukelpoisia mittausmenetelmän perusteella. Mittaamisen seurannan kannalta tulee ehdottomasti säilyttää vertailukelpoisen tiedon saanti pidemmällä aikavälillä. Nykyinen mittari pystyy tarjoamaan vertailtavaa tietoa aina vuodesta 1992 asti. Nykyisellä täsmällisyysmittauksella on merkitystä myös tulevaisuudessa, jotta täsmällisyyden vertailu menneeseen on yhä mahdollista.

Kaikki suorituskykymittarit on tärkeä sitoa ajan suhteen. Sen avulla tarkastellaan miten asiat ovat kehittyneet aikaisemmin, mikä on nykytilanne ja mitä odotetaan tulevaisuuden tilanteesta. Suomalainen mittari onkin toiminut hyvin juuri tässä tarkoituksessa. Se on mitannut täsmällisyyden kehitystä samanlaisella mittarilla ajan kuluessa.

Suomalainen täsmällisyysmittari on nykymuodossaan hyvin yksinkertainen ja täsmällisyystilanteen seuranta on jatkuvaa. Prosenttiosuutena ilmaistun täsmällisyystuloksen ymmärtäminen ei vaadi rautatieliikenteen toimintaympäristön hyvää ymmärrystä. Yksinkertainen mittari vastaa moneen tiedontarpeeseen eri tahoille. Täsmällisyyden seurantatietoa on kuitenkin paljon enemmän kuin nykymittarin käyttämä tieto. Tästä tiedosta oleellisten muutosten tulkinta on haasteellisempaa ja vaatii jo rautateiden täsmällisyyden perusteiden ja mittaamisen taustojen hyvää ymmärtämistä.

Uuden mittarin rakentamisessa pyritään lisäämään täsmällisyydestä automaattisesti saatavaa tietoa, muttei tuottamaan sitä monimutkaisesti ja vaikeasti hahmotettavassa muodossa. Tiedon esitystapa on tärkeä ottaa huomioon, kuten Neilimo & Uusi-Rauva (2005) kirjassaan toteavat, että päätöksenteon kannalta informaation käyttökelpoisuuteen ja tehokkuuteen vaikuttaa muun muassa tiedon käytännöllisyys ja havainnollinen esitystapa.

Suomalaista täsmällisyysmittaria ja saavutettua täsmällisyystasoa on pidetty Euroopassa esimerkillisenä (NEA 2003). Kansainvälisen vertailun perusteella suomalainen täsmällisyysmittari noudattelee hyvin yleistä eurooppalaista linjaa, täsmällisyyden mittaamisesta viiden minuutin aikarajalla ja täsmällisyysprosenttien laskennasta. Suomalaisen mittarin erot ovat lähinnä tiedon käsittelyyn liittyviä, eivät erilaisia mittaumenetelmiä.

Mittarin vahvuuksia nähdään myös verrattaessa sitä lentoliikenteen täsmällisyysmittariin. Lentoliikenteessä keskimääräinen myöhästyminen nähdään täsmällisyyden hyvänä mittarina helpon laskettavuutensa ansiosta. Yksinkertaisella mittarilla pystytään ilmaisemaan hyvää perustietoa aikataulun luotettavuudesta ja täsmällisyystilanteesta. Tämä nähdään myös suomalaisen rautatieliikenteen täsmällisyysmittarin etuna. Se on yksinkertainen, matemaattisesti helppo kuvaten perustiedon täsmällisyystilanteesta. Wu & Caves (2002) kuitenkin toteavat, että tällainen mittari on sopiva alustavaan liikennöinnin ja aikataulujen tarkasteluun. Syvällisempää tietoa tuottavia mittareita tarvitaan tämän lisäksi.

### **5.1.2 Suomalaisen mittarin puutteet**

Täsmällisyyden ominaispiirteiden kautta nykymittarin puutteita tarkasteltaessa huomataan, että täsmällisyyteen vaikuttavia tekijöitä ei ole kattavasti otettu huomioon mittarissa. Ominaisuudet, kuten junan pituus, pysähdysten lukumäärä tai aikataululliset ominaisuudet eivät tule otetuksi huomioon mittarissa. Matkustajakysyntä on tunnistettu voimakkaasti rautatieliikenteen täsmällisyyteen vaikuttavana tekijänä, mutta mittari ei ota tätä mitenkään huomioon. Muutokset matkustajamäärissä vaikuttavat täsmällisyyteen ja täsmällisyystulosten suhteuttaminen matkustajamäärätietoihin on nykyisessä mittarissa selkeästi puutteellista.

Täsmällisyyteen vaikuttavina tekijöinä täsmällisyyden mittauksessa on jätetty ottamatta huomioon

- verkoston kapasiteetin käyttöaste
- aikataulurakenne ja pelivara
- matkustajamäärä
- peruutukset
- tilapäiset nopeusrajoitukset ja ratatyöt
- kaluston laatu, kunto ja huolto
- liikennöinnin prioriteettisäännöt.

Kaikkia näitä tekijöitä ei välttämättä ole mahdollista suoraan ottaa huomioon mittarissa, mutta niiden vaikutuksen sisällyttäminen ainakin täsmällisyystavoitteisiin tulisi tehdä.



Keliolosuhteiden vaikutusta täsmällisyyteen on tutkittu ja sen mukaan kesällä ja talvella olisi perusteltua mitata täsmällisyyttä erillisillä mittausperusteilla tai raja-arvoilla. Täsmällisyystavoitteiden asettamisessa voidaan myös ottaa huomioon kesän ja talven erilaiset toimintamahdollisuudet ja esimerkiksi edellä listatut tilapäiset nopeusrajoitukset ja ratatyöt, jotka kohdistuvat usein kesäaikaan.

Kansainvälisesti on havaittu, että erilaisilla junilla voi olla tarpeen käyttää erilaisia täsmällisyysmittareita, sillä niiden täsmällisyys on eritasoista. Suomalainen mittari on tähän asti käsitellyt kaikentyyppisten henkilökaukoliikennejunien täsmällisyyttä samoin perustein. Mittarissa ei ole eritelty kauko- ja lähiliikenteen lisäksi erityyppisiä junia, vaikka ne ovat palvelu- ja hintatasoltaan erilaisia ja täsmällisyyden seuranta toteutetaan niiden osalta erikseen.

Nykyisessä mittarissa tilastoitava yksikkö on juna, eli mittari ei esitä täsmällisyyttä suhteessa liikenteeseen tai matkustajamääriin. Matkustajamäärät vaihtelevat matkan aikana ja on selvää, etteivät matkustajamäärät kaikissa tapauksissa ole määrääsemalla yhtä merkittävät kuin väliasemilla tai matkan aikana yhteensä. Matkustajamäärätiedon puuttuminen koskee koko matkaa, pelkästään määrääsemälle lisättävä matkustajapainotus ei poista tätä mittarin puutetta. Verkon liikenteen määrä vaikuttaa täsmällisyyteen erityisesti sekundääristen myöhästymisten ilmenemisenä.

Suomalainen mittari ottaa huomioon sekundääriset myöhästymiset melko karkeasti. Sekundäärisiä myöhästymisiä on noin puolet kaikista myöhästymisminuuteista, Jusessa ne kirjataan syyryhmään liikennetekniset syyt. Sekundääristen myöhästymisten mittaus ei ole riittävää ja sitä tulisi kehittää, jotta sekundääristen myöhästymisten vaikutusarvo kasvaisi. Suuresta osaa sekundäärisistä myöhästymisistä puuttuu tieto siitä, mikä juna ja primäärisyy ovat aiheuttaneet sekundäärisen myöhästymisen. Sekundäärimyöhästymisen alun perin aiheuttaneen junan tunnus on mahdollista syöttää Juseen, mutta sekundääristen myöhästymisten syyketjun selvittäminen ei ole automaattista, eikä kirjaaminen systemaattista, joten tietoa ei voida vielä käyttää.

Myöhästymisistä juuri sekundäärisiin on helpompi vaikuttaa muun muassa aikataulusuunnittelun avulla ja tämän johdosta niistä tarvitaan lisää tietoa. Myöhästyminen leviää rataverkolla helposti ja jo yhden junan epätäsmällisyys voi vaikuttaa useaan. Kun nykytilassa vielä tarkastellaan erikseen täsmällisyyttä henkilökauko-, lähi- ja tavara-liikenteessä, vaikka rataverkko on usein yhteinen ja kaikkien erityyppisten junien epätäsmällisyys voi heijastua muihin, tulisi sekundääriset myöhästymiset pystyä kirjaamaan erikseen ja kohdentamaan ne alkuperäiselle junatyypille tai syyille. Ongelmana tässä on ollut sekundääristen myöhästymisten heijastuminen pitkälle, syyketjujen piteneminen ja primäärisen syyn löytämisen vaikeus pitkissä ketjuissa.

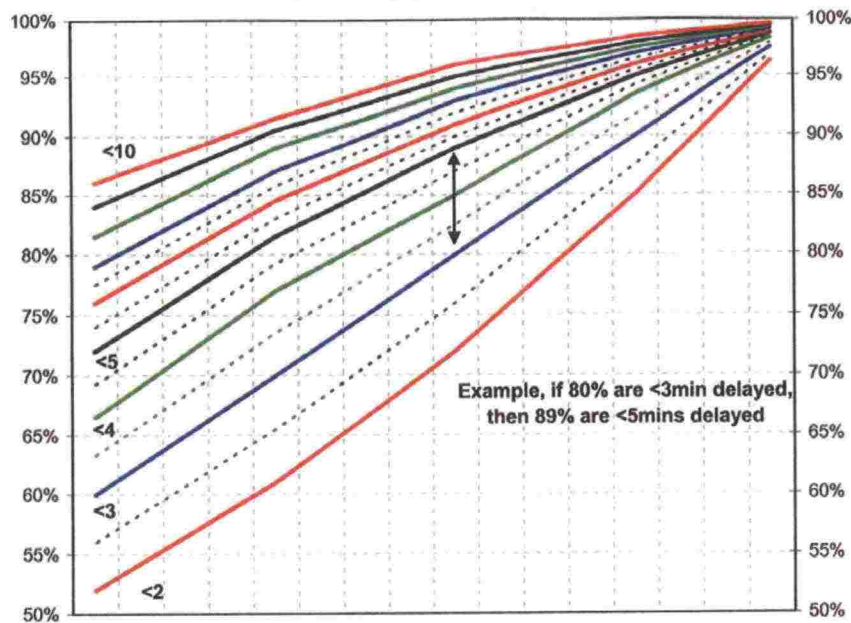
Kansainvälinen täsmällisyysvertailu tuo esille puutteen, joka koskee suomalaisen mittarin lisäksi montaa eurooppalaista täsmällisyysmittaria; täsmällisyyttä mitataan vain yhdellä raja-arvolla. Monessa kansainvälisessä mittarissa, erityisesti eurooppalaisissa ei oteta huomioon kuin yli 5 minuutin myöhästymiset, kaikki samanarvoisina. Täsmällisyystason laskennassa ei kansainvälisestikään seurata myöhästymisiä, joiden pituus on alle 5 minuuttia, vaikka näitä myöhästymisiä on paljon. Täsmällisyystasoa kuvaava tunnusluku antaa näin rautatieliikenteestä todellisuutta positiivisemmän kuvan.



Yhden raja-arvon ongelma huomataan nykyisessä mittarissa. Suomalainen mittari ei laske myöhästymisiä, jotka ovat määritettyjä raja-arvoja pienempiä. Tällöin jää ottamatta huomioon vähäiset myöhästymiset ja erityisesti niiden syyt. Yhtälailla merkittävät myöhästymiset otetaan huomioon suhteessa pienemmällä painoarvolla. Siitä huolimatta, että kuukausiraportoinnissa eritellään myöhästymiset keston mukaan, ne eivät vaikuta laskettavaan täsmällisyysprosenttiin. Täsmällisyysprosentin laskennassa henkilöliikenteessä, nykymittarissa 6 ja 60 minuutin myöhästymiset ovat samanarvoisia.

Pelkän nykyisenkaltaisen täsmällisyysprosentin avulla ei saada hyvää kuvaa erikestoista myöhästymisistä ja niiden vaikutuksista. Täsmällisyyden laskennassa tulisi myös käyttää kokonaismyöhästymisminuutteja, jotka kirjataan jo nyt Juseen. Myöhästymisminuuttien osalta on erityisen tärkeää suhteuttaa ne liikenteeseen, sillä liikenteen kasvaessa kokonaismyöhästymisminuuttimäärä kasvaa. Esimerkiksi keskimääräinen myöhästymisminuuttimäärä ottaa huomioon myös liikenteen määrän.

Viittä minuuttia on laajalti käytetty kaukoliikenteen täsmällisyyden raja-arvona. Kuvassa 5.1 on esitetty, kuinka täsmällisyysprosentin suuruus määräytyy myöhästymisen raja-arvon mukaan (NEA 2003).



Kuva 5.1 Prosenttiosuutena ilmaistun täsmällisyystason ja käytetyn raja-arvon välinen yhteys (NEA 2003).

Kuvassa 5.1 olevien käyrien avulla voidaan vertailla täsmällisyystasoa muuttamalla eri raja-arvoilla lasketut täsmällisyystasot yhteismitallisiksi. Esimerkiksi valitsemalla täsmällisyystaso 90 % 5 minuutin raja-arvolla, mikä Suomessa on tavoitetasona henkilökaukoliikenteessä, on se kolmen minuutin raja-arvolla lasketun täsmällisyystason kanssa yhteismitalliseksi muutettaessa noin 83 %.

Aikarajan vaikutus täsmällisyystasoon on merkittävä. Raja-arvojen määräytymistä liikenteen laadun mukaan on arvioitava ottaen huomioon niiden vaikutus tulokseen. Kuvassa 5.1 esitetyn täsmällisyysprosentin ja täsmällisyyden raja-arvona käytetyn minuuttimäärän suhdetta kuvaavan käyrän avulla voidaan myös arvioida sitä, kuinka

raja-arvon pienentäminen tai kasvattaminen vaikuttaa täsmällisyysprosenttiin. Kuvassa esitettyä riippuvuussuhdetta on käytetty vertailtaessa erilaisilla raja-arvoilla täsmällisyyttä mittaavia rautatieliikenteen toimijoita keskenään.

Yleisesti täsmällisyysmittareiden puutteena on niiden huono todellinen vertailtavuus kansainvälisesti. Kansainvälisten yhteisten mittausperusteiden puuttuessa jokainen maa on kehittänyt omat mittausperusteet ja sovellukset. Nykymittarin avulla voidaan saavutettuja tuloksia vertailla kansainvälisesti, mutta ottaen huomioon täsmällisyyden mittaamisen esitetyt puutteet ei laskettu täsmällisyystaso ole paras mahdollinen mittari täsmällisyystilanteiden vertailuun eri toimijoiden välillä. Vaikka suomalaista mittaria kehitetään, tulee sen olla muuntautuva niin, että siitä saadaan kansainvälisesti yhtenevä tulevaisuudessa. Mittausperusteiden ei tarvitse olla yhtenevät kaikissa maissa, mutta jonkinlaiset kansainväliset perusteet yksinkertaisimmille perustietoa tuottaville osamittareille tulisi olla.

Yleisesti maailmalla käytössä olevilla mittareilla mitataan vain täsmällisyystilannetta, eivätkä ne pysty kertomaan esimerkiksi täsmällisyyden syistä. Cole & Cooper (2005) painottaa, kuinka tärkeää olisi, että mittari pystyisi vastaamaan myös täsmällisyyttä aiheuttavien tekijöiden etsinnässä eli paljastasi epätäsmällisyyden syyn. Suomalaisessa täsmällisyysseurannassa kirjataan syyt Juseen, mutta tiedon kirjaus, käsittely ja analysointi tapahtuvat pääosin käsin. Nykymittari ei suoraan kuvaa epätäsmällisyyden syitä kuin lukumääräisesti. Muutokset syiden lukumäärissä täytyy laskea erikseen. Täsmällisyystason laskenta ja epätäsmällisyyden syiden seuranta ovat toisistaan erillisiä keinoja seurata täsmällisyyttä.

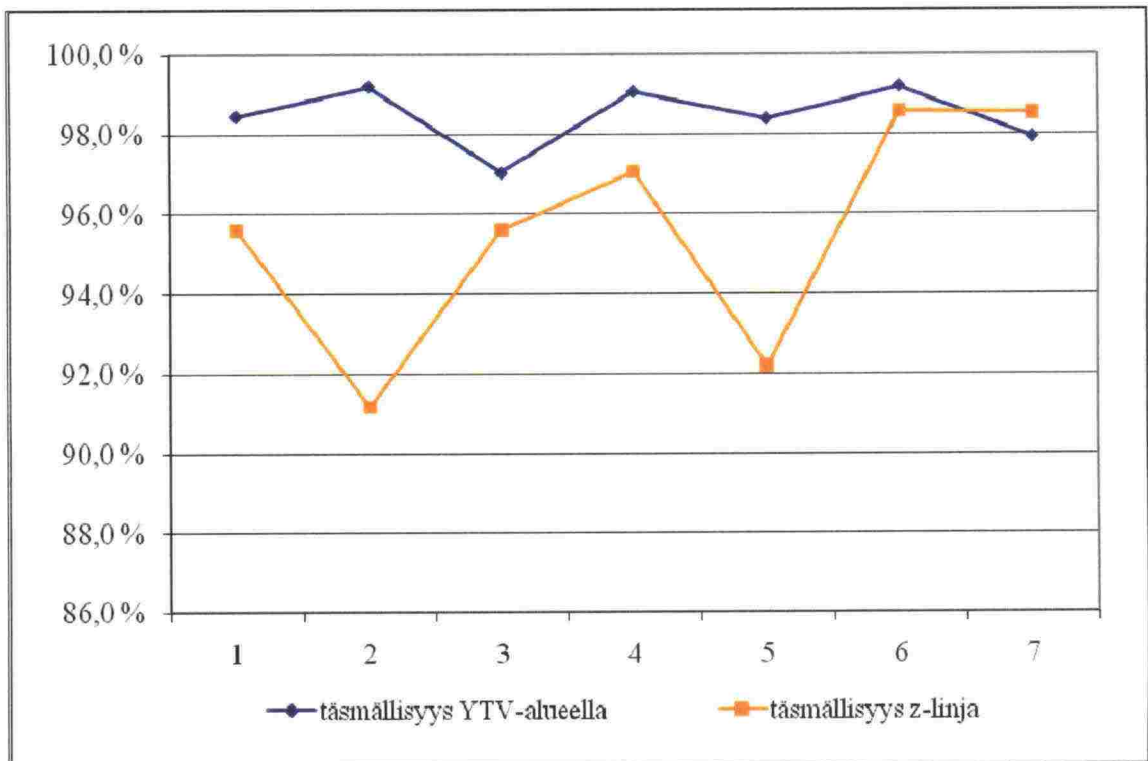
Olsson & Haugland (2004) esittävät tutkimusten osoittavan, että täsmällisyystilanne paranee määränpääasemaa lähestyttäessä. Tämän perusteella täsmällisyys määränpääasemalla voi olla parempi kuin täsmällisyys matkan aikana. Suomalaisessa mittarissa seurataan juuri määränpääaseman täsmällisyyttä. Tutkimusten perusteella kuitenkin pelkkä määränpääaseman täsmällisyysmittaus antaa virheellisen kuvan koko täsmällisyydestä. Nykymittari antaa täsmällisyydestä virheellisen kuvan silloin, kun juna on ollut myöhässä matkan aikana useimmilla asemilla, mutta on saanut kiinni aikataulun ennen määränpäättää. Tällaisessa tapauksessa matkustajavirrasta merkittävä osa on ollut myöhässä saapumisasemallaan, mutta tämä myöhästyminen ei ole kirjautunut mittaristoon.

Suomalaisen mittarin selkeä heikkous on, ettei myöhästyminen matkan aikana vaikuta laskettavaan junan täsmällisyyteen. Matkustajavirrat eivät useinkaan jakaannu homogeenisesti lähtö- ja määränpääasemien välille, vaan yksittäisen junan matkustajavirrat voivat olla merkittävimmät tietyllä lyhyelläkin matkan osavälillä. Erityisesti pitkillä yhteysväleillä tämä korostuu. Väliasemien myöhästymisen seuranta on selkeästi yksi nykymittarin puute.

Yksi nykymittarin heikkous on lähi- ja kaukoliikenteen mittareiden eriarvoisuus liikennöitäessä samoja yhteysvälejä. Lähiliikenteessä on linjoja, joilla täsmällisyyden vaatimus kolmen minuutin raja-arvolla ei ole perusteltu. YTV-alueen ulkopuolella täsmällisyyden raja-arvona käytetään lähiliikenteen kolmea minuuttia, vaikka liikenteen luonteen perusteella myös henkilökaukoliikenteen kanssa yhtenevän raja-arvon käyttö olisi perusteltua. Lähiliikenteen pitkien linjojen täsmällisyys on muuhun lähi-



liikenteeseen verraten heikko (kuva 5.2) ja joustavamman raja-arvon käyttö parantaisi selvästi lähiliikenteen täsmällisyyttä.



Kuva 5.2 YTV-alueen lähiliikenteen linjojen täsmällisyys sekä YTV-alueen ulkopuolisen, Lahteen liikennöivän linjan Z täsmällisyys viikolla 3.

Lähiliikenteen pitkien yhteysvälien täsmällisyyden raja-arvon perusteet eivät ole yhteneviä palvelutason periaatteiden kanssa, kun samalla yhteysvälillä on mahdollista käyttää vaihtoehtoisesti nopeampaa ja lippuhinnoiltaan kalliimpaa henkilökaukoliikennettä.

Mittarin laajentaminen ja käsiteltävän tiedon lisääminen vaatii tulosten hyödyntämisen kannalta, että mittauksilla tulee olla riittävä tietotekninen tuki. Nykytilassa täsmällisyystieto saadaan Jusesta ja laskentoja suoritetaan monesti käsinlaskentana. Vuonna 2003 Jusen määrittelytyön yhteydessä on ilmaistu tarve junien kulun toteumatiedon keräämiseen uusilta seuranta-asemilta VR:llä aiemmin käytössä olevien seuranta-asemien lisäksi. Uusien pisteiden käyttöönoton ohella tulee arvioida vanhojen seuranta-pisteiden tarpeellisuus ja seuranta-asemien määrän ja sijainnin muuttamismahdollisuudet. Jusesta saadaan tulostettua asemakohtaiset ja junatyypikohtaiset toteutuneet täsmällisyystiedot, mutta näitä tietoja käytetään vain vähän täsmällisyys-analyysissä. Nykyisen täsmällisyysmittauksen yhtenä puutteena on täsmällisyystiedon hallinta ja käyttö.

Tavaraliikenne on perinteisesti kulkenut usein suunnitellusta aikataulustaan etuajassa. Etuajassa kulkua pidetään muun ohella epätäsmällisyytenä ja se vaikuttaa niin liikenteenohjaajien operatiiviseen työhön (Mäkitalo 2001), koko liikennejärjestelmän täsmällisyyteen kuin liikenneturvallisuuteen. Etuajassa kulkua ei kuitenkaan oteta huomioon laskettaessa nyky menetelmällä täsmällisyystasoa. Vaikutuksiensa perusteella



etuajassa kulkevien junien osuutta tulisi käyttää täsmällisyysmittarissa. Juseen kirjataan etuajassa kulkeneet junat tavaraliikenteen osalta ja näitä tuloksia käytetään täsmällisyys-analyyseissa, henkilöliikenteessä etuajassa kulku on harvinaista.

Suomalaisen mittarin merkittävimmät heikkoudet on tunnistettu. Se kuvaa täsmällisyyttä yksipuolisesti eikä se mittarina kerro myöhästymisten taustalla olevista syistä. Nykyinen suomalainen täsmällisyysmittari ei tuota tietoa matkustajien myöhästymisistä, junien myöhästymisten keskimääräisistä suuruuksista tai junien täsmällisyydestä matkan aikana. Mittarissa ei myöskään oteta huomioon aikataulullisia tekijöitä kuten matka-aikaa, eikä liikenteen määrän muutosta.

### **5.1.3 Suomalaisen mittarin mahdollisuudet**

Nykymittarilla on paljon käyttökohteita ja arvioitaessa nykyistä mittaria tulee muistaa, että se on tällä hetkellä aktiivisessa käytössä ja sen nykyisinkin tuottamia tuloksia hyödynnetään. Mittarilla nähdään olevan selkeitä mahdollisuuksia, erityisesti nykyisin seurannassa olevien tietojen tulkinnan ja analysoinnin lisäämisessä. Juseen kerätään paljon tietoa, joka on myös täsmällisyysseurannassa, mutta sitä ei ole muokattu selkeämmän mittarin muotoon.

Nykyisen mittarin mahdollisuutena on nopea muuntautumiskyky, kun kyseessä ovat pienet muutokset. Yksikertaiseen mittariin voidaan tehdä pieniä muutoksia täsmällisyyden vertailtavuuden kärsimättä. Esimerkiksi huhtikuussa täsmällisyyden mittauksessa tehtiin lisäys, jossa täsmällisyysprosentti laskettiin myös sisältäen peruutetut junat.

Nykyisen täsmällisyyden mittaamisen mahdollisuuksina voidaan myös nähdä sen tarjoaman tiedon avulla tehtävä investointien kohdentaminen. Täsmällisyystiedon avulla pystytään entistä paremmin kohdentamaan investoinnit sinne, missä sitä eniten tarvitaan. Toinen kohdentamiseen liittyvä nykyisen mittarin mahdollisuus on täsmällisyyden parantamisen kautta liikenteen kilpailukyvyn parantaminen ja matkustajamäärän kasvattaminen.

### **5.1.4 Suomalaisen mittarin uhat**

Nykyisen mittarin toimivuutta ja asemaa nähdään uhkaavan monet tekijät, jotka suurelta osin ovat riippuvaisia niihin kohdistetuista resursseista. Täsmällisyysmittarin ja muun seurannan tuottamia tietoja voitaisiin käyttää enemmänkin, mikäli niiden tulkintaa ja analysointia voitaisiin lisätä niin, että tietoa olisi valmiiksi yksinkertaisesti esitettynä. Nykytilassa täsmällisyysmittarin käyttöön ja tulkintaan on resursoitu vähän ja tämän seurauksena osaaminen ja täsmällisyystiedon tulkintataito on voimakkaasti henkilöitynyt ja muutaman henkilön varassa.

Mittarin uhkana voidaan nähdä, että tulevaisuudessa erityisesti nykyisillä resursseilla täsmällisyystietoa on niin paljon, ettei kaikkea informaatiota pystytä hyödyntämään. Nykymittari ei pysty tuottamaan tarpeeksi sellaista täsmällisyystietoa, joka olisi tiedon tarvisijoiden käytettävissä helposti ymmärrettävästi. Seuraavissa luvuissa tuodaan esille se, kuinka nykyiseen mittariin liittyy mittaamisen kannalta heikkouksia, joita täsmällisyystiedon käyttäjien voi olla vaikea hahmottaa. Nykyisten täsmällisyystiedon

käyttäjien tulisi olla hyvin perillä epävarmuustekijöistä tai tiedon riittävän yksiselitteistä, jottei synny uhkanakin nähtävää vääristyneen tiedon käyttöä.

Viimeisenä nykyisen mittariin liittyvänä uhkana voidaan nähdä sen merkityksen ja käytön heikkeneminen otettaessa käyttöön uusi mittari. Kansainväliset yhteiset sopimukset täsmällisyyden mittauksesta voivat myös osaltaan uhata nykyistä mittaamenetelmää.

Kaiken kaikkiaan suomalaista täsmällisyysmittaria voidaan kuvata yksinkertaiseksi ja mittausta helpoksi, mutta siihen liittyy myös useita puutteita. Täsmällisyyden seuranta perustuu ratainfrastruktuuriin ja on näin ollen pistemäistä junien seurantaa.

## 5.2 Nykymittari mittaamisen teorian valossa

Nykymittarissa on paljon ominaisuuksia, joita voidaan arvioida mittaamisen yleisen teorian pohjalta. Yksi tällainen on mittaamisen tarkkuus. Täsmällisyyden mittaus-tuloksiin vaikuttaa merkittävästi niin mittaamisen tarkkuus, tarkemmin myöhästymis-ajan mittaamisen tarkkuus kuin mittalaitteiden sijainti. Täsmällisyyden mittaaminen tapahtuu useimmiten automaattisesti asemilla, mutta radassa olevat mittalaitteet voivat sijaita satojen metrien, jopa kilometrin päässä laiturista (Hansen 2001). Suomessa mittausta tapahtuu osin automaattisesti, osittain tiedot täsmällisyydestä syötetään käsin. Mittauspisteet ovat asemia, mutta täsmällisyystietoa tuottavat laitteet voivat sijaita kaukana itse asemasta ja näin tietoihin kirjautuu paikoittain virhe. Mittaukset kirjataan täysien minuuttien tarkkuudella, manuaalisessa syötössä ei minuutin tarkkuudesta voida kuitenkaan varmistua.

Mittausten kirjauksen tarkkuus voi aiheuttaa täsmällisyystuloksiin pientä virhettä, mutta tämä voidaan olettaa vähäiseksi minuutin tarkkuudella. Mikäli täsmällisyysmittaus suoritettaisiin suuremmalla tarkkuudella, mittausten syöttämisestä aiheutuvan virheen merkitys korostuisi. Esimerkiksi Japanissa täsmällisyyttä tarkastellaan sekunnin tarkkuudella, mikä on siis 60-kertainen mittaustarkkuus suomalaisen nähden. Japanilainen täsmällisyyskulttuuri on kuitenkin erilainen, eikä suomalaisessa täsmällisyyskulttuurissa ole nähty tarvetta näin tarkalle täsmällisyyden määrittämiselle.

Täsmällisyystieto saadaan Jusesta, jonne tieto puolestaan välittyy turvalaitteilta ja liikenteenohjaajilta. Tiedon syöttämisessä, automaattisesti tai manuaalisesti, on mahdollista syntyä systemaattinen virhe. Turvalaitteet eivät pysty kirjaamaan esimerkiksi ovien lukkiintumista tai junan seisomista turvalaitteen ja laiturin välillä. Tämän suomalaisessa mittarissakin esiintyvän virheen on tuonut esille myös Carey (1999). Virhemahdollisuus on hyvä tunnistaa, mutta sen suuruutta arvioitaessa tulee myös ottaa huomioon tämänhetkinen mittaamisessa käytetty minuutin mittaustarkkuus. Tulevaisuudessa erilaisten telemaattisten paikannuskeinojen yleistyessä täsmällisyyden mittaamisen käytännöt voivat muuttua ja esimerkiksi satelliittipaikannukseen perustuvassa järjestelmässä edellä tunnistettu virhe poistua.

Nykyinen tapa ilmoittaa täsmällisyys prosentteina määränpäässä kätkee analyttisestä näkökulmasta taakseen paljon informaatiota. Näitä asioita ovat muun muassa täsmällisyys matkan aikana sekä pienten ja suurien täsmällisyyksien erottelu tietyn raja-arvon jälkeen. Täsmällisyyden tarkastelu yhden prosenttiluvun avulla ei anna kuvaa



liikenteen muusta kehityksestä, vaikka täsmällisyyden on esitetty riippuvan monista tekijöistä kuten liikennemäärästä, käytetystä ratakapasiteetista ja matkustajamäärästä. Nämä asiat eivät tule näkyviin prosenttilukuna ilmaistavassa täsmällisyysmittarissa.

Aiemmin on esitetty (Laamanen 2005), kuinka mittarin tuottaman tiedon ei tulisi ohjata liian tarkkaan valvontaan ja tuloksien väärään tulkintaan. Suuresta informaatiomäärästä on mahdollisuus tulkita tuloksia liian yksityiskohtaisesti. Esimerkiksi täsmällisyyden tarkastelujakson muutoksilla voidaan tuloksia esittää halutun suuntaisesti. Nykytilassa täsmällisyyden analysointi tapahtuu kerätystä tiedosta yksittäin, käsin ja analyysityöstä vastaa vain muutama henkilö. Tulosten tulkinta, kuvaus ja syytiedon esittäminen tapahtuvat yksittäisten henkilöiden asiantuntemuksen pohjalta. Tulosten tulkinnan automaattinen tuottaminen poistaisi nykymittarin tulosten riippuvuutta yksittäisistä resursseista sekä mahdollistaisi puolueettoman lähestymistavan täsmällisyystuloksiin. Mittarin automaatio pienentäisi myös inhimillisen virheen riskiä.

Juse-järjestelmään kirjataan kaikki myöhästymiset, myös ne joiden syytieto puuttuu. Syytiedon osalta puutteelliset myöhästymisminuutit vääristävät kokonaismyöhästymisminuuttikirjausta, jossa minuutit luokitellaan syiden mukaan. Puuttuvaa tietoa on myöhästymisistä kaiken kaikkiaan minuuteissa mitattuna noin kolmannes (JUSE). Syykoodittomien myöhästymisten kesto on kuitenkin lyhyt, keskimäärin 1–1,5 minuuttia, joten niiden vaikutus kokonaistulokseen on minuuttiosuutta vähäisempi. (Blomqvist 2008)

Asetettuja tavoitteita tulisi myös tarkastella mittaamisen teorian avulla. RHK:lle asetetun täsmällisyystavoitteen mukaan enintään 5 % junista saisi myöhästyä johtuen radanpidollisista syistä. Tätä on vaikea laskea nykyisestä täsmällisyystiedosta, sillä juna voi yhden yhteysvälin aikana olla myöhässä monestakin syystä yhtä aikaa, esimerkiksi muusta liikenteestä, huonosta kelistä ja radanpidollisesta syystä. Junan myöhästymisen tällaisessa tilanteessa aiheuttaa useamman syyn summa, mutta tavoitteen seurannassa voidaan ottaa huomioon vain yksi. Laskettaessa RHK:n täsmällisyystavoitteen mukaista prosenttiosuutta nykyisen järjestelmän tuottamasta tiedosta sisältyy tähän yksinkertaiseen prosenttiosuuteen virhemahdollisuus. Radanpidollisista syistä johtuneiden myöhästyneiden junien osuutta pidetäänkin seurantatiedoista laadittuna arviona ja suuntaa antavana lukuna (Blomqvist 2008).

Mittaamisen yleisten vaatimusten täyttymistä nykymittarin osalta on peilattu mittaamisen teorian asettamien vaatimusten kautta. Lecklin (1999) määrittelee tiedolle asetettavat vaatimukset seuraaviksi: oikeellisuus, tuoreus, yhdenmukaisuus, helppokäyttöisyys, käytettävyys, muunneltavuus sekä tiedon varmistus ja suojaus. Esitetyistä vaatimuksista nykymittari pystyy vastaamaan tiedon tuoreuteen ja yksinkertaisuuteen. Nykymittarin vaatimustenmukaisuuteen on pyritty vastaamaan viiden kysymyksen avulla, jotka pohjautuvat mittaristoille asetettaviin vaatimuksiin. (Vaatimukset muokaten Lönnqvist et al. 2006, Kujansivu et al. 2007, Rantanen & Holtari 1999):

**Relevanttius; Onko nykymittarin arvolla olennainen merkitys päätöksenteolle?**

Nykyisen mittarista saatavan tiedon avulla voidaan vertailla täsmällisyystilannetta eri ajankohtien välillä. Suunnittelutehtävien tarpeisiin ja päätöksenteon tueksi nykymittari ei pysty tuottamaan riittävästi tietoa. Nykymittarista haluttaisiin tarkempaa tietoa radanpidon tarpeisiin, kuten myöhästymisten syiden tarkka sijainti rataverkolla. Kuten

Wu & Caves (2002) toteavat nykymittarin kaltaiset täsmällisyysmittarit ovat sopivia alustavaan liikennöinnin ja aikataulujen tarkasteluun. Nykyisen täsmällisyysmittarin päätöksentekoa ohjaava vaikutus ei ole merkittävä ja nykymittarin relevanttius on heikko.

**Validiteetti;** *Onko nykymittari soveltuva rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaamiseen, mittaako se sitä, mitä halutaan?*

Validiteetin vaatimuksen täyttymiseen saadaan kaksijakoinen vastaus. Toisaalta nykymittari on hyvinkin soveltuva ja käyttökelpoinen täsmällisyyden mittaamiseen. Sen ongelmana on hyvin yksinkertainen ja laaja-alainen täsmällisyyden kuvaus, jolloin siitä ei saada kaikkea sitä tietoa, mitä täsmällisyysmittarilta halutaan. Täsmällisyydestä tarvittaisiin entistä tarkempaa tietoa ja erityisesti tietoa, joka on sidonnainen liikenteen muihin ominaispiirteisiin. Tässä mielessä nykymittari ei mittaa täysin sitä mitä halutaan, eli se ei ole validi.

**Reliabiliteetti;** *Onko nykymittari luotettava mittauksia toistettaessa?*

Mittaukset ovat nykytilassa helposti toistettavissa ja tulokset ovat kohtuullisen luotettavia. Virhelähde nykymittarissa sisältyy tiedon kirjaukseen, jonka perusteella täsmällisyyttä luokitellaan. Itse täsmällisyysminuuttien laskentaa voidaan pitää luotettavana. Reliabiliteetin vaatimus täyttyy nykyisellä mittarilla.

**Yksinkertaisuus;** *Onko nykymittari helppokäyttöinen?*

Nykymittari on hyvin yksinkertainen ja helppotajuinen, sitä voidaan käyttää tiedonlähteenä kaikkien sidosryhmien suuntaan. Vaatimus mittarin yksinkertaisuudesta täyttyy hyvin nykytilassa. Vaatimukseen tulee kiinnittää huomiota erityisesti silloin, kun täsmällisyyden mittaamista lähdetään kehittämään moniulotteisempaan suuntaan.

Mittarin helppokäyttöisyys perustuu seurantajärjestelmän tuottamaan laajaan ja yksinkertaiseen tietoon. Tiedon analysointi nykymittarista vaatii ammattilaisen ja asiaan hyvin perehtyneen, joten nykymittarin yksinkertaisuuden kääntöpuolena on tiedon analysoinnin haasteellisuus.

**Oikea-aikaisuus;** *Kuvaavatko mittaustulokset nykyistä täsmällisyystilannetta?*

Juse-järjestelmästä täsmällisyystieto saadaan lähes reaaliaikaisesti, joten täsmällisyystieto saadaan myös tuotettua niin, että se kuvaa senhetkistä tai lähimenneisyyden täsmällisyyttä. Nykymittari kuvaa hyvin sitä ajankohtaa, jota se mittaa.

Nykymittarin ominaisuuksia on tarkasteltu myös Meyerin (2003, kuva 2.1.) määrittämään mittarin seitsemään perustarkoitukseen verraten.

1. Katsoa taaksepäin: Nykymittarissa täyttyy tarkoitus katsoa taaksepäin, sillä sen arvoja voidaan vertailla aiempiin ja mittarin avulla voidaan seurata täsmällisyyden kehitystä jo 1990-luvulta. Nykymittari on toteutuneen tilanteen mittari, josta aikasarjojen luominen taaksepäin on helppoa.

2. Katsoa eteenpäin: Nykyinen täsmällisyysmittari ei pysty tuottamaan täsmällisyyden ennusteita lähitulevaisuutta pidemmälle, eikä näin ollen mittaa tulevaa. Nykymittarin kyky katsoa eteenpäin on heikko, sillä siinä mitataan ainoastaan junien saapumisaikoja ja näitä on vaikea ennustaa yhden päivän kulkua pidemmälle. Mittarissa ei ole mukana ennustettavia komponentteja, kuten matkustajamäärä.



3. & 4. Välittää tietoa ylemmälle tasolle sekä alaspäin: Tämänhetkinen täsmällisyysmittari on hyvin yksinkertainen ja helposti ymmärrettävä. Sen tuottama tieto täsmällisyyden tasosta välittyy helposti kaikille tasoille. Nykymittarin tuottamaa tietoa voidaan seurata erilaisilla tarkkuuksilla, yhden junan täsmällisyyden kehityksestä tietyn junatyypin täsmällisyyden kautta kokonaistilanteeseen. Tällaisella mittarilla tieto täsmällisyydestä voidaan välittää kaikille tasoille. Täsmällisyysmittausta seuraavilla tahoilla on tiedolle erilaisia vaatimuksia ja voidaan nähdä, ettei helposti eri tahoille välittyvä tieto ole kuitenkaan kaikkien tarpeisiin riittävän yksityiskohtaista.

5. Korvaa tai hyvittää: Nykyiseen mittariin on liitetty vain lähiliikenteen kattava bonus- ja sanktiojärjestelmä. Henkilökaukoliikenteessä ja tavaraliikenteessä ei nykymittarissa ole asiakkaiden suuntaan korvaus- tai hyvitystarkoitusta, joten tämä mittarin perustarkoitus ei täysin täyty.

6. Motivoi: Täsmällisyysmittari ei enää nykyisin vastaa tarkoitustaan täysin, sillä se ei ota huomioon liikennemääriä tai liikenteen ja matkustajamäärien kasvua, jotka vaikuttavat täsmällisyyteen. Liikennöitsijä käyttää nykymittaria joidenkin työntekijöidensä palkkauksen kannustimena, joten vaikka se ei kuvaa täsmällisyyttä enää kovin hyvin, voidaan sen nähdä toimivan joltain osin motivoivana tietyille henkilöille. Mittarin motivoiva tarkoitus on kokonaisuudessaan vähäinen.

7. Mahdollistaa vertailun: Tällä hetkellä nykymittarin vertailtavuus menneeseen tilanteeseen Suomessa on hyvä. Mittari on pysynyt periaatteiltaan samanlaisena mittaamisen aloittamisesta asti. Kansainvälisesti täsmällisyyden vertailu on nykymittarillakin mahdollista, sillä metodina muilla on samantyyppinen mittari. Kuitenkin nämä mittarit kuvaavat heikosti täsmällisyyteen vaikuttavia tekijöitä, joten ainoastaan tulosten vertailtavuus on kansainvälisesti hyvä, ei itse täsmällisyytilanteen vertailu. Sama ongelma koskee osittain vertailtavuutta menneisiin suomalaisiin tuloksiin, sillä mittari ei ota huomioon esimerkiksi liikennemääriä, joiden kasvettua vertaillaan vain tuloksia eikä varsinaista tilannetta.

### **5.3 Laadun vaatimukset ja nykymittari**

Nykymittarin kyky vastata rautateiden laadun vaatimuksiin sekä täsmällisyyden mittauksen tuottama tiedon laatu on tarpeen arvioida. Laadun tavoitteena on täyttää asiakkaan tarpeet organisaation kannalta tehokkaalla ja kannattavalla tavalla. Nykymittarin kykyä mitata näiden tarpeiden täyttymystä on arvioitu tässä luvussa.

Joukkoliikenteen kokonaislaatu koostuu seitsemästä päätekijästä. Näistä tärkeimmän osatekijän muodostavat yhdessä reitti, linjasto, luotettavuus sekä matka-aika. Niiden yhdessä muodostama osuus jakautuu neljään alakohtaan, joista suurinta osuutta edustavat luotettavuus ja aikataulussa pysyminen. (LVM 2007a)

Palvelutaso kuvaa matkan kokonaislaatua matkustajan kannalta ja sen tärkein osatekijä on matka-aika. Palvelutason vaatimusten täyttymiseksi nykyisen mittarin tulisi kuvata paremmin aikataulullisia ominaisuuksia. Nykymittari ei käytä matka-aikoja tai aikatauluihin lisättyjä pelivaroja täsmällisyyslaskennassa, vaikka ne vaikuttavat palvelutasoon. Nykymittari ei silloin estä mahdollisuutta täsmällisyyttä parantaessa heikentää palvelutasoa muun muassa kasvattamalla matka-aikoja. Tulee ottaa huomioon, kuinka

matkustajat arvottavat matka-ajan suhteessa täsmällisyyteen. Nykyisessä mittarissa palvelun laadun näkökulmasta on kyseenalaista, voidaanko matka-ajan ja palvelutason kustannuksella parantaa täsmällisyyttä.

Toinen laadun kannalta kyseenalainen mittausperuste on peruttujen junien kirjaus. Aiemmin mittarissa peruttuja junia ei käytetty täsmällisyysprosentin laskennassa. Liikennöitsijällä oli mahdollisuus parantaa täsmällisyyttä peruuttamalla junia esimerkiksi merkittävässä poikkeamatilanteessa. Täsmällisyyden mittausta muutettiin tämän työn aikana toukokuusta lähtien niin, että täsmällisyys ilmoitettiin myös lukuna, jossa on otettu huomioon perutut junat. Uudistukselle poistettiin mahdollisuus vaikuttaa täsmällisyysprosenttiin junien perutuksella. Kokonaisuuden kannalta peruttujen junien vaikutus on nykytilassa vähäinen, mutta teoriassa tämä oli aiemmin mittarin heikkous.

Rautatieliikenteen laadun merkittävimmät tekijät ovat turvallisuus, täsmällisyys, tehokas kapasiteetin käyttö sekä kustannustehokkuus. Täsmällisyysmittarin tulisi tehostaa näitä, ei heikentää minkään laatutekijän osuutta. Mittari, joka mahdollistaa yhden osatekijän kustannuksella toisen parantamisen, ei paranna kokonaislaatua. Japanista on esimerkki, kuinka täsmällisyyden tiukat mittarit ovat vaarantaneet rautatieliikenteen turvallisuuden. Näin tiukkoja vaatimuksia tai mahdollisuutta parantaa täsmällisyyttä muun rautatieliikenteen laadun kustannuksella ei sisälly nykyiseen täsmällisyysmittariin.

Lähtötäsmällisyydestä tulisi erityisesti tarkastella negatiivisia poikkeamia eli etuajassa lähtöä. Etuajassa kulku vaikuttaa eniten henkilöliikenteen asiakkaiden matkan laatuun, tosin henkilöliikenteessä etuajassa kulku on erityisen harvinaista. Henkilöliikenteessä muutamia etuajassa kulut ovat vain pieniä, alle 3 minuutin poikkeamia aikataulusta ja kohdistuvat asemalle saapumiseen, eivät lähtöön.

Korkeaa laatua ei voida taata sisäisen toiminnan tehokkuudella, vaan edellytyksenä laadukkaalle toiminnalle on asiakkaan näkemys. Rautatieliikenteen laadunkin kannalta on tärkeä mitata asiakastyytyväisyyttä. Nykymittari ei vastaa tähän rautateiden laadun vaatimukseen kovinkaan hyvin.

Tukholman alueen lähiliikenteen esimerkki tukee ajatusta asiakastyytyväisyyden ottamisesta huomioon täsmällisyyden mittaamisessa. Siellä täsmällisyyden mittaamiseen on otettu mukaan koetun täsmällisyyden mittaukset (Landstings-Revisorerna 2006). Koettua täsmällisyyttä mitataan osuutena matkustajista, jotka ovat tyytyväisiä liikenteen täsmällisyyteen ja peruttujen vuorojen määrään. Tällaiseen uudentyyppiseen koetun täsmällisyyden mittaamiseen suomalainen mittari ei pysty nykytilassa tuottamaan tietoa. Ennen koetun täsmällisyyden mittarin käyttöönottoa tulee varmistaa sen reliabiliteetti eli pysyvyys sekä sen tuottamien tulosten tarkkuus.

Suorituskykymittareiden laadussa on nähty kaikille yhteisiä ongelmia. Monissa organisaatioissa, kuten resurssienpuutteesta kärsivässä valtionhallinnossa, on suorituskyvyn mittareita käytetty yhä enemmän kuvaamaan palveluiden toimivuutta ja palvelutason parantumista. Ei kuitenkaan ole näyttöä, että palveluiden käyttäjät luottaisivat mittareihin tai että ne kiinnostaisivat ihmisiä, mikäli he muuten ovat tyytyväisiä palveluihin. Täsmällisyysmittari ei saisi toimia poliittisten tavoitteiden täyttäjänä, vaan aitona tilanteen kuvauksena. Rautatieliikenteen suorituskyvyn



mittareiden ongelmana on ollut mitata mittaamatonta tai kuten Cole & Cooper (2005) sen esittävät ”tehdä näkymättömästä näkyvää”.

#### 5.4 Yhteenveto täsmällisyysmittarin nykytilasta

Nykymittarista tehty SWOT-analyysi tuo esille monta täsmällisyyden nykytilan puutetta ja uhkaa. Nykymittarin heikkouksien listaaminen, kuten liikennemäärätiedon puuttuminen, laskenta ainoastaan määrääsemillä ja myöhästymisten suuruuden heikko esilletuonti ovat tekijöitä, joihin tulee puuttua. Uudessa mittarissa määritellään perusteet mahdollisuuksien mukaan niin, että nämä nykymittarin heikkoudet pystytään kääntämään uuden mittarin vahvuuksiksi.

Kuukausittain tehtävä täsmällisyysraportti kertoo enemmän täsmällisyydestä kuin mitä on pystytty sisällyttämään nykytilaiseen täsmällisyydestason prosenttiosuuteen perustuvaan laskentaan. Tämä kertoo siitä, että on mahdollisuudet mitata täsmällisyyttä entistä tarkemmin, mutta niitä ei ole otettu käyttöön, eikä täsmällisyyden mittausta ole määritelty uudelleen vuoden 1992 jälkeen. Täsmällisyydestä kerättävää tietoa on paljon ja järjestelmässä on jo edellytykset muun muassa syytiedon tarkempaan kirjaukseen. Nykytilassa tietoa kerätäänkin melko paljon, mutta tiedon jatkojalostuksen työkaluja on vähän. Nykymittari kaipaa rinnalleen selkeitä mittareita, joista helposti saadaan yksinkertaisia tunnuslukuja. Kaikkea nykyisin kerättävää tietoa ei pystytä nykymittarin avulla analysoimaan ja hyödyntämään. Tiedon määrään nähden nykymittarin tiedon käsitteilyyn on resursoitu vähän.

Puutteiden lisäksi on hyvä tuoda esille nykymittarin vahvuudet ja myös mahdollisuudet tulevaisuudessa. Nykymittarilla on vahva historia ja tuloksia voidaan verrata aiempaan. Suomalaista mittaria on pidetty eurooppalaisittain hyvänä ja edistyksellisenä. Täsmällisyyden mittauksen kehittämiseksi on siis meillä hyvä perusta. Nykymittarin tuottamaa tulosta ei voida pitää huonona, eikä nykymuotoisen mittarin lopettamiselle ole perusteita. Mittarin tuottaman tiedon yksinkertaisuus on kuitenkin haaste, sillä mittarin tulisi kuvata todellista täsmällisyystilannetta ja siitä kaivataan lisää informaatiota erilaisille käyttäjäryhmille.

Nykytilassa mittari ei vastaa rautateiden liikennöinnin palvelutason muutosten havainnointiin, eikä se kerro täsmällisyydestä asiakkaiden näkökulmasta. Nykymittarista voidaan löytää selkeitä mittausteknisiä puutteita, jotka vaikuttavan tuloksiin.

## 6 UUSI TÄSMÄLLISYYSMITTARI

Täsmällisyyden mittaamisen kehitystarve on tunnistettu niin Suomessa kuin maailmalla. Kaivataan kansainvälisesti yhtenäisiä mittausperusteita, joiden pohjalta kukin maa voisi mittarin rakentaa. Kansainvälisten mittausperusteiden toistaiseksi puuttuessa nyky-mittarin analysoinnin pohjalta on rakennettu uusi täsmällisyysmittari, jossa esitetään mahdollisuuksia, miten täsmällisyyttä suomalaisessa toimintaympäristössä voidaan mitata. Tässä esitelty uusi mittari on hyvä pohja ja vaihtoehtovalikoima kehitettäessä yhteisiä mittausmenetelmiä.

Uuden täsmällisyysmittarin tulee vastata täsmällisyystiedon tarpeisiin ja tuottaa tietoa muun muassa myöhästymisten syistä, myöhästyneiden matkustajien määrästä, junien myöhästymisten kestoista ja junien täsmällisyydestä matkan eri vaiheissa. Uudessa mittarissa on piirteitä nykyisestä täsmällisyysmittarista sekä tarpeelliseksi arvioituja parannuksia ja uusia mittauskohteita. Uuden mittarin teknistä toteutusta on arvioitu mittareiden yksityiskohtaisen määrittelyn jälkeen.

Tässä työssä on keskitytty uuden mittarin analysointiin esitellyn teorian pohjalta. Työn aikajänteen johdosta mittarin käyttöönottoa ja käytön seurantaa ei ollut mahdollista toteuttaa. Seuraavissa luvuissa keskitytään uuden mittarin määrittelyyn ja analysointiin, mitattavien tekijöiden yleisluontoiseen esittelyyn samoin kuin uuden mittarin testaukseen. Asiakasryhmien mielipiteistä ja vaatimuksista ei ole käytettävissä sellaista tietoa, jonka avulla mittausjärjestelmä voitaisiin täydellisesti sovittaa sidosryhmän arvotarpeisiin. Asiakkaiden arvotuksen kartoitusta ei Suomessa ole rautatiematkustajien joukossa toteutettu. Asiakkuuden hallinta on vasta tekemässä tuloaan rautatie-maailmaan.

### 6.1 Lähtökohdat uudelle mittarille

Nykymittarin analyysin perusteella, puutteiden ja vahvuuksien arvioinnin kautta, saadaan perusteet nykymittarin rakentamiselle. Toisaalta uusi mittari perustuu täsmällisyyteen vaikuttaviin tekijöihin, joita on esitelty luvussa 3.2 sekä kansainvälisessä vertailussa esille tullessiin erilaisiin käytäntöihin.

Yhtenä ajatuksena uusia täsmällisyysmittareita kehitettäessä on ollut pohtia täsmällisyyden mittausmahdollisuuksia mahdollisimman laaja-alaisesti. Herää kysymys, onko täsmällisyyttä mahdollisuus mitata muidenkin muuttujien kuin ajan ja junayksikön avulla? Epätäsmällisyydestä aiheutuvat kustannukset, asiakastyytyväisyys, matkustajien kokemus epätäsmällisyys ja matkustajien todellinen, mitattu epätäsmällisyys ovat tällaisia uudentyyppisiä mittareita. Toisaalta mahdollisuus arvioida ennalta täsmällisyyttä on kiinnostava mahdollisuus, mutta ainakin matemaattisesti haastava toteuttaa.

Täsmällisyyden uusia mittareita ohjaa tiedon tarve. Uutta mittaria kehitettäessä on selvitettävä, kuinka tarkalle tiedolle on tulevaisuudessa tarve. Onko tarve arvioida täsmällisyyttä etukäteen, esimerkiksi aikataulusuunnittelua varten vai vasta toteumatiedon perusteella? Tähän mennessä niin Suomessa kuin maailmalla on päädytty useimmiten mittaamaan täsmällisyyttä toteutuneen liikenteen perusteella. Täsmällisyyden arviointi etukäteen on matemaattista todennäköisyyksien laskentaa tai liikenteen simulointia ja täytyy muistaa, että näin saatu tulos on ennuste, ei täydellinen



tulevaisuudenkuva. Ennakoiva täsmällisyystieto voidaan esittää esimerkiksi todennäköisyytenä myöhästymiselle tai myöhässä kulkevan junan keskimääräisenä myöhästymisenä. Tällaisen tiedon käyttökohteena on liikenteen operatiivinen suunnittelu.

Täsmällisyyden mittaamista ei ole toistaiseksi Suomessa toteutettu taloudellisten mittareiden kautta. Liikennöinti rautateilla on liiketoiminta ja epätäsmällisyydestä aiheutuu kustannuksia asiakkaille sekä sitä kautta liikennöitsijälle. Rataverkko luo edellytykset liikennöinnille ja radanpito vaikuttaa liikenteen mahdollisuuksiin toimia täsmällisesti. Rahoitus radanpitoon tulee valtiolta. Rahoituksen ja täsmällisyyden välinen mahdollinen yhteys vertailukelpoisena mittarina tulee arvioida. Tällainen mittari on mahdollinen toteuttaa lähinnä vuositasolla. Toisaalta mittarin rakenne ei voi olla nykyisen kaltainen yksinkertainen mittari, vaan siinä tulisi myös ottaa huomioon liikennemäärät.

Epätäsmällisyydestä aiheutuu kustannuksia, joiden muutosten avulla voidaan peilata myös täsmällisyystilannetta. Vaihtoehtoisesti täsmällisyyttä voidaan mitata myöhästymisistä aiheutuvilla kustannuksilla. Epätäsmällisyyden kustannusvaikutuksista osa aiheutuu sekundäärisistä myöhästymisistä. Se, miten uusi mittari ottaa huomioon epätäsmällisyyden sekundäärivaikutukset ja voidaanko vaikutusten laajuuden perusteella arvioida aiheutuneita kustannuksia, tulee selvittää. Sekundääristen myöhästymisten aiheuttajaa voidaan korostaa siirtämällä kaikkien aiheutuneiden myöhästymisten vaikutus primääritekijälle. Tällöin myös sekundääriset myöhästymisminuutit kirjautuvat primäärisyylle. Tarkasteltaessa myöhästymisiä aiheuttavia syitä nähtäisiin selkeämmin ne syyt, jotka vaikuttavat eniten koko rautatieliikennöintiin.

Kaikki sekundääriset vaikutukset eivät tapahdu rataverkolla ja junan myöhästyminen voi myöhästyttää muita prosesseja. Matkustajilla jatkoyhteyden menetys ja teollisuudessa prosessien pysähtyminen kuljetuksia odotettaessa ja sitä kautta taloudelliset menetykset ovat kriittisiä tekijöitä kustannusten muodostumisessa. Kuvattuja sekundäärisiä kustannuksia on kuitenkin hyvin vaikea mitata. Yhtenä keinona erityisesti henkilöliikenteessä on liikennöitsijälle osoitetut korvauspyynnöt.

Toteutuneen tilanteen täsmällisyysmittari pystyy vastaamaan rataverkon suunnittelun tarpeisiin ja antaa helposti vertailtavan, toistettavan ja luotettavan tuloksen, kun taas koetun täsmällisyyden mittarilla voidaan tarkastella liikennöinnin laatua asiakkaan näkökulmasta. Koetun täsmällisyyden mittarin antamien tulosten vertailukelpoisuus ei ole yhtä hyvä kuin toteutuneeseen tilanteeseen pohjautuvan mittarin. Koettua asiakastytyvääisyyttä ei voida mitata muuttumattomalla mittarilla, sillä ihmisten arvostukset ja painoarvot eivät ole keskenään täysin vertailukelpoisia ja samaa asiakasjoukkoa on vaikea käyttää. Tulevaisuudessa asiakkaiden huomioon ottaminen on entistä tärkeämpää ja sen merkitys myös täsmällisyyden mittaamisessa korostuu. Koetun ja toteutuneen täsmällisyyden mittarit ovat hyvin erilaisia ja vastaavat eri sidosryhmien tarpeisiin. Näiden kahden mittarin ei ole tarvettakaan olla yhteydessä toisiinsa.

Uudessa mittarissa tulee poistaa nykyisessä täsmällisyysmittauksessa olevat virhelähteet, tai ainakin pyrittävä pienentämään niiden vaikutusta. Yksi selkeä virhelähde aiheutuu, kun täsmällisyyttä tarkastellaan ainoastaan määräasemalla. Väliasemilla toteutetulle laskennalle on monta perustetta, virhelähteen poistamisen lisäksi

väliasemilta kerätyn tiedon avulla kuvataan liikenteen ja matkustajien kokonaistäsmällisyyttä entistä paremmin.

Junaliikenteen täsmällisyyden mittaamisen vertailukohtana on usein käytetty lentoliikennettä, johon selkeinä eroina esille nousevat matkatavaroiden täsmällisyyden mittaaminen sekä junaliikennettä löysemmät myöhästymisen raja-arvot. Lentoliikenteessä matkustajan täsmällisyys on vaikeasti määriteltävissä, kun terminaalitoiminnot ja matkatavaroiden toimitus vievät junaliikennettä enemmän aikaa ja toimintoihin kuluva aika on vaikeasti ennustettavissa. Junaliikenteessä voidaan helpommin käyttää mitattavana yksikkönä yhden matkustajan täsmällisyyttä ja saadaan näin parempi kuva todellisesta täsmällisyystilanteesta.

## 6.2 Mittarin määrittely

Uuden mittarin määrittely perustuu nykymittarista tehtyyn analyysiin ja mittariston kehittämistä jatketaan unohtamatta nykyistä mittaria. Uuteen mittariin on nähty tarpeelliseksi lisätä uusia ominaisuuksia ja tuoda esille sellaisia tietoja, joita nykyisessä järjestelmässä jo kerätään, mutta joiden seurantaan ei ole kehitetty mittaristoa. Uudessa mittarissa on myös ajatuksena tuoda täsmällisyyden mittaamiseen uusia näkökulmia, sellaisiakin, jotka eivät suoraan liity junan kulkuun radalla.

Asiakkaiden kokema täsmällisyys on uusi tapa mitata rautateillä liikkuvien asiakkaiden täsmällisyyttä. Asiakkaiden kokeman täsmällisyyden mittaamisessa on vielä nykyisin haasteita. Asiakkaiden valinnoista ja rautatieliikenteen palveluiden arvotuksesta ei Suomessa ole juurikaan tutkittua tietoa. Mittareita, jotka vaativat asiakkaiden arvotuksen tuntemista, ei pystytä toistaiseksi määrittelemään tarkasti. Niissä käytettävät kertoimet voidaan tarkentaa tulevaisuudessa, mikäli asiakkaiden käyttäytymisestä kerätään tietoa. Asiakkaat suunnittelevat matkansa tai kuljetustarpeensa etukäteen aikataulujen perusteella. Epätäsmällisyys on aina poikkeama asiakkaan suunnitelmaan. Niin asiakkaalle kuin liikenteen suunnittelijalle voi olla tarpeen ennalta arvioida tätä poikkeamaa ja epätäsmällisyyden vaikutusta. Ennakoivien täsmällisyysmittareiden avulla vastataan tähän tarpeeseen. Edellisessä luvussa esitetyn mukaisesti ennakoiva täsmällisyysmittari voi perustua junien keskimääräiseen myöhästymiseen tai todennäköisyyteen junan saapumisesta ajoissa.

Uuteen mittariin tuodaan jo nyt täsmällisyyden seurannassa käytettyjä tekijöitä, kuten väliasemilla tapahtuva täsmällisyyden syyn ja suuruuden kirjaus. Väliasemia voidaan käyttää laskennassa muutenkin kuin perinteisellä, nykyiseen laskentamenetelmään perustuvalla tavalla. Parhaiten epätäsmällisyyden syyt tuodaan esille koko matkan ajalta yhteen laskettuna, painottaen syyt myöhästymisen kestolla. Näin epätäsmällisyys matkan ajalta voidaan esittää syyluokkien painotettuna summana. Syykirjausta voidaan käyttää arvioitaessa liikennöinnille sekä verkon kunnolle asetettuja tavoitteita.

Käytettäessä koko matkaa täsmällisyysmittaukseen saadaan kokonaisuuden kannalta todellisempi kuva täsmällisyydestä. Täsmällisyyden peruslaskentakaava sekä väli- että saapumismyöhästymiset huomioon ottavassa tilanteessa on määritelty seuraavasti:

$$\text{Täsmällisyys} = \sum \text{väliasemien täsmällisyys} + \text{määränpäätäsmällisyys}$$

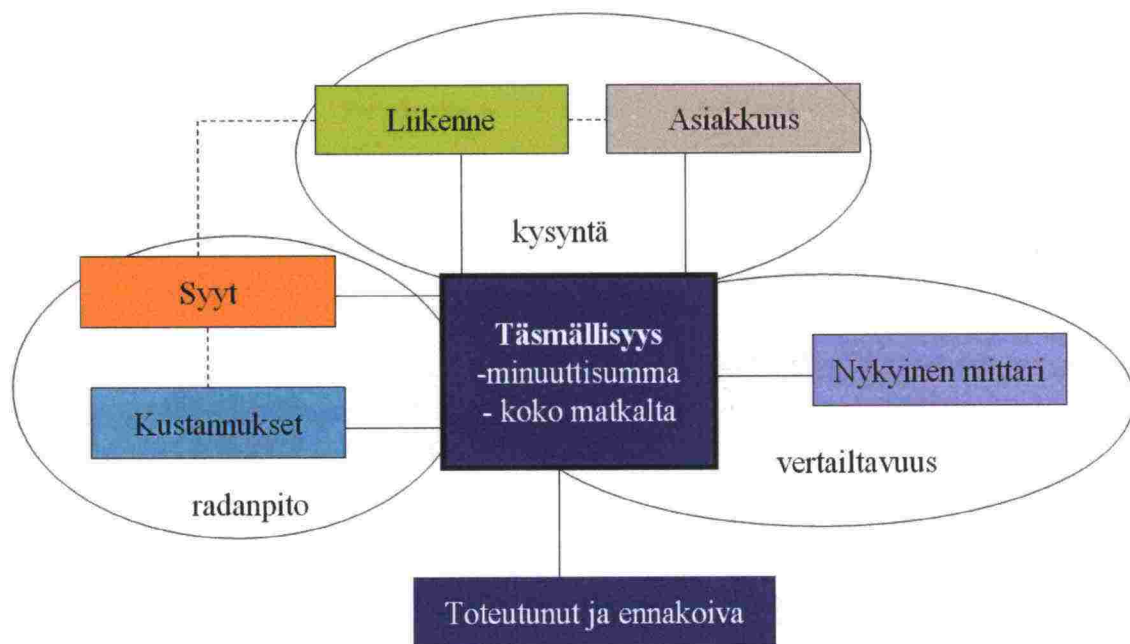


Tämä mittari ei tarkastele lähtötäsmällisyyttä. Matkustajan matkaketjun kannalta merkittävämpää on täsmällisyys määränpäässä kuin lähdössä. Lähtömyöhästymistä ei näin ole tarpeen ottaa huomioon kokonaistäsmällisyyden laskennassa; tämä ei kuitenkaan tarkoita, että lähtötäsmällisyys olisi merkityksetöntä. Lähdössä tapahtuvassa myöhästymisessä erityisesti matkustajainformaatiolla on ensiarvoinen rooli. Lähtötäsmällisyyden merkitys on tuoda esille sekundääristen myöhästymisten vaikutus sekä suunnitellun kalustokierron puutteet. Lähtötäsmällisyyden mittaaminen toimii hyvin itsenäisenä mittarina, erityisesti tavaraliikenteessä.

Uudessa mittarissa lisätään täsmällisyyteen liittyvää luokittelua. Täsmällisyytilanteen luokittelua tapahtuu jo nykymittarin tulosten raportoinnissa ja luokittelun avulla kuvataan täsmällisyytilannetta paremmin kuin yhden täsmällisyyden arvon avulla. Täsmällisyytilanteen luokittelua tullaan uudessa mittarissa korostamaan, jotta tuloksista saadaan parempi kuva ja tuloksien hyödynnettävyys kasvaa. Täsmällisyyden luokittelu voi tapahtua usean tekijän avulla. Esimerkkinä myöhästymisiä aiheuttavat tekijät syyn perusteella luokiteltuna. Tällainen luokittelu on nykytilassa yhdistetty RHK:lle asetettuun täsmällisyyden tulostavoitteeseen, jonka mukaan maksimissaan alle 5 % kaikista junista saisi myöhästyä radanpidollisista syistä johtuen. Tätä tulosta tulisi verrata muiden syiden aiheuttamiin myöhästymisiin, jottei luvusta synny virheellistä kuvaa. Vertailukohtina voivat toimia esimerkiksi myöhästymiset liikenneteknisten, ulkoisten tai inhimillisten syiden johdosta.

Epätäsmällisyyden suuruus myöhästymisen kestonä esitettynä on uudessa mittarissa yksi tekijä, jonka avulla epätäsmällisyyttä luokitellaan sen merkittävyyden mukaan, osaväleihin jaettuna. Tämä luokitus perustuu nykymittarin raportoinnissa käytettyihin minuuttiluokkarajoihin lisättynä kahdella luokalla. Luokittelussa otetaan huomioon myös perutut junat. Luokittelu on sopiva erityisesti henkilöliikenteessä ja se on tarkemmin esitelty kappaleessa 6.2.1 *Henkilökaukoliikenteen mittari*. Epätäsmällisyystietoa käytetään muun muassa radanpidon hankkeiden kohdistamiseen ja tätä varten halutaan päästä kiinni jo alkaviin epätäsmällisyyksiin, pieniin toistuviin myöhästymisiin. Alkavien epätäsmällisyyksien kartoittamista varten tulee myös alle viiden minuutin myöhästymiset ottaa täsmällisyysmittarissa mukaan laskentaan, erityisesti niiden kertyminen tietyissä rataverkon kohdissa.

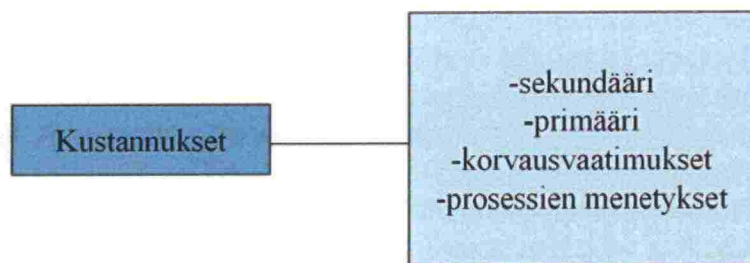
Uuden mittarin rakenne voidaan jakaa osiin (kuva 6.1), jotka keskittyvät mittaamaan täsmällisyyttä erilaisesta näkökulmasta. Osamittarit muodostavat yhdessä täsmällisyysmittariston, jonka avulla saadaan kokonaiskuva täsmällisyydestä. Osamittarit ovat itsenäisiä täsmällisyyden mittareita ja nykyinen täsmällisyysmittari voidaan nostaa yhdeksi osamittariksi uusien mittareiden rinnalle. Tiettyssä tapauksessa voi olla hyödyllisempää tuoda esille ainoastaan yhden osamittarin tulokset. Osamittarit pystyvät yhtä mittaria paremmin vastaamaan eri käyttäjäryhmien tietotarpeisiin. Kokonaistäsmällisyys muodostuu osatäsmällisyyksistä eri kombinaatioin, eli täsmällisyysmittarit täydentävät toisiaan ja mittareiden tuottamaa tietoa on tarpeenkin tarkastella yhtäaikaaisesti.



Kuva 6.1 Täsmällisyyden osamittarit.

Rautatieliikenteen täsmällisyyden osamittaristo on esitelty kuvassa 6.1. Kaikki mittarit eivät sovellu kaikentyyppiselle liikenteelle, toisaalta taas mittareita voi käyttää tarkasteltaessa rautatieliikennettä kokonaisuutena. Kaikille mittareille on yhteistä, että ne mittaavat täsmällisyyttä tietystä näkökulmasta, lisäksi voidaan nähdä osan mittareista olevan yhteydessä toisiinsa. Tätä mittareiden välistä yhteyttä on kuvassa 6.1 havainnollistettu katkoviivojen avulla. Mittarit voidaan myös luokitella niiden käyttökohteiden perusteella, kuvassa tämä mittareiden ryhmittely on esitetty ympyröin.

Erilaisten mittareiden tarjoama tieto parantaa vertailtavuutta, uuden mittarin avulla voidaan paremmin seurata todellista täsmällisyytilannetta samoin kuin vertailla eri rataosien ja junatyyppien täsmällisyyttä. Osamittariston rakennetta ja niiden sisältämiä täsmällisyyksmittauksia on kuvattu tarkemmin seuraavaksi. Ensimmäisenä osamittarina ovat kustannukset (kuva 6.2), jossa kuvataan epätäsmällisyydestä aiheutuvia kustannuksia.



Kuva 6.2 Epätäsmällisyyden kustannusten osamittaristo.

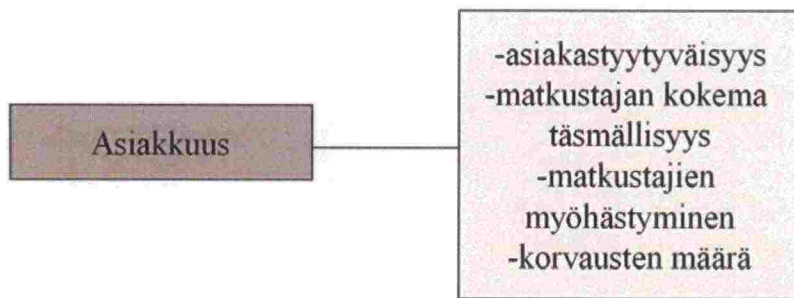
Mittareista erityisesti kustannukset-mittari on tyypiltään sellainen, joka palvelee liikennejärjestelmää kokonaisuutena. Kustannusmittarissa ei ole tarpeen eritellä henkilö- ja tavaraliikennettä. Epätäsmällisyyden kustannuksista tarvitaan tietoa erityisesti hankkeissa, joissa tavoitteena on täsmällisyyden parantaminen. Kustannusmittarin



avulla täsmällisyyden kustannusvaikutukset voidaan ottaa mukaan hankkeiden taloudellisuustarkasteluihin ja vaihtoehtojen keskinäisiin vertailuihin.

Epätäsmällisyyden kustannusmittarin tarkkuus ei ole yhtä hyvä kuin mittareissa, jotka perustuvat minuuttien ja myöhästymisten laskentaan. Epätäsmällisyyden yhteiskuntataloudellisten kustannusten määrittäminen ei ole yksiselitteistä ja erityisesti tavara-liikenteen osalta niiden määrittäminen on hyvin haasteellista.

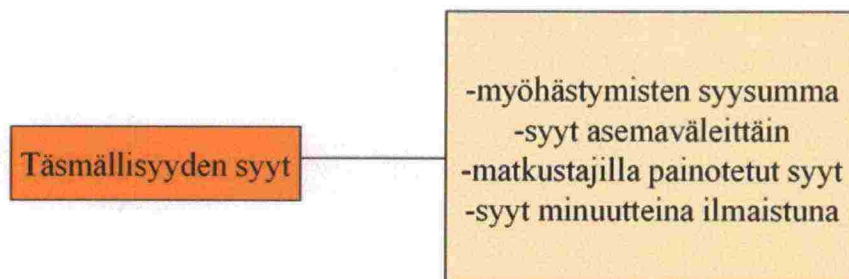
Epätäsmällisyyskustannukset liittyvät koko rautatiejärjestelmään, myös asiakkaisiin. Asiakkaiden täsmällisyyttä rautatieliikenteessä voidaan mitata muutenkin kuin heille aiheutuneiden kustannusten kautta. Asiakkuusmittari on hyvin uudentyyppinen täsmällisyyden mittari, jolla on paljon potentiaalia tulevaisuudessa. Kuvassa 6.3 on esitetty asiakkuusmittaristo ja sen sisältämät mittarit.



Kuva 6.3 Rautateiden asiakastietoa sisältävä osamittaristo.

Asiakkuusmittari on selkeästi mittari, joka keskittyy henkilöliikenteeseen. Sitä käytetään niin henkilökauko- kuin lähiliikenteessä. Asiakkuuden täsmällisyysmittaus keskittyy matkustajan myöhästymiseen, koettuun ja minuuttimääräiseen sekä asiakkaiden tyytyväisyyteen. Asiakastyytyväisyyttä voidaan mitata kyselyiden avulla tai korvausten ja valitusten lukumäärän kautta. Korvausvaatimukset kohdistetaan liikenteestä vastaavalle, VR Osakeyhtiölle ja tämä asiakkuusmittariston osa vastaa enemmän liikennöitsijän tietotarpeisiin kuin rataviranomaisen.

Asiakkuusmittari on täsmällisyysmittauksessa täysin uudentyyppinen, mutta samoja asioita mitataan arvoitaessa toimintaa muissa yhteyksissä. Asiat mittarin sisällä eivät ole uusia, niiden käyttö asiakkaiden täsmällisyyden arvioinnissa on ainoastaan uusi. Keino asiakkaiden paremman palvelun takaamiseksi on parantaa liikennöinnin mahdollisuuksia ja sitä varten epätäsmällisyyden syitä tulee tunnistaa ja niihin puuttua. Täsmällisyyden syitä seuraava mittaristo on kuvassa 6.4 esitetty osamittaristo.

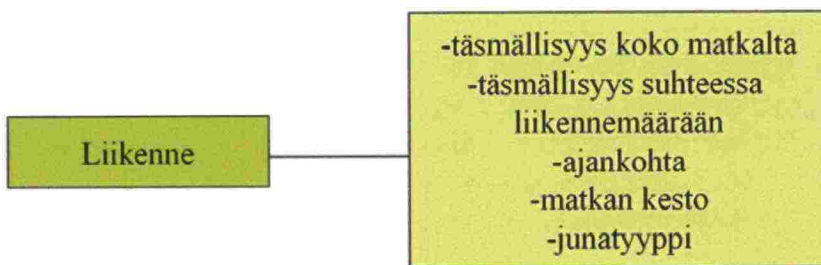


Kuva 6.4 Täsmällisyyden syyt huomioon ottava osamittaristo.

Täsmällisyyden syiden tunteminen on tärkeää radanpidon kannalta. Tämä osamittari keskittyy esittämään syyt myöhästymisten takana niin, että joukosta pystytään helposti löytämään kaikista merkittävimmät. Syymittari koskee koko matkaa ja kaikkia rautatie-liikenteen muotoja.

Henkilöliikenteen osalta voidaan syitä seurata myös painotettuna matkustajamäärällä, jolloin nähdään helposti ne syyt, jotka matkustajille aiheuttavat eniten myöhästymisiä. Syiden seuranta voidaan tehdä kuukausittain, kuten nykytilanteessa kuukausi-raportoinnissa.

Täsmällisyyttä mitatessa on tärkeää suhteuttaa tulos liikenteen määrään. Seurattaessa esimerkiksi myöhästymisminuuttien kokonaismäärää on eri vuosien tulosta vertailtaessa syytä muistaa, että liikenteen kasvaessa myöhästymisminuutteja syntyy suhteessa enemmän. Tämän johdosta viimeinen täsmällisyysmittaristo on kuvan 6.5 mukaisesti liikenteen huomioon ottava.



Kuva 6.5 Liikenteen osamittaristo.

Liikenteen osamittaristossa täsmällisyyttä seurataan koko matkan ajalta samoin kuin suhteessa rataverkon liikennemäärään. Täsmällisyyttä mitataan myös eri ajankohtina sekä junatyypeittäin. Liikennemittaristossa on myös täsmällisyysmittari, jossa on mukana matka-ajan pituus, jolloin aikataululliset tekijät tulevat otetuksi huomioon.

Seuraavassa on rautatieliikenteen täsmällisyyden uusia mittausperusteita tarkastettu jakaen liikenne henkilökauko-, lähi- ja tavaraliikenteeseen. Tarkastelu painottuu henkilöliikenteeseen, johon täsmällisyyden mittauskin usein keskittyy.

### 6.2.1 Henkilökaukoliikenteen mittari

Uudessa henkilökaukoliikenteen mittarissa nostetaan esille asiakkaiden merkitys ja täsmällisyyden mittaaminen asiakkaiden, ei junien myöhästymisen kautta. Uusi lähestymistapa, jossa ei enää seurata yhtenä yksikkönä liikkuvan junan täsmällisyyttä vaan matkustajien yksilöinä ja heidän määrällään painotettua täsmällisyyttä, tarkoittaa henkilöliikenteessä muun muassa täsmällisyyden painottamista poistuvien matkustajien määrän mukaan. Esimerkiksi aikataulun mukaisesta saapumisajasta myöhässä asemalla poistuvat matkustajat suhteessa kaikkiin matkustajiin kuvaa epätäsmällisyyden vaikutuksia matkustajiin nykytilannetta paremmin. Näin yksinkertainen mittari on hyvä, muttei korjaa riittävästi nykymittarissa olleita puutteita. Täsmällisyysmittaukseen tulisi suhteuttaa myös verkon liikennemäärät, mitä enemmän on liikennettä, sen haasteellisempaa on ehkäistä myöhästymisten kertaantuminen verkolla.



Matkustajamäärällä painotettu täsmällisyys voidaan esittää seuraavasti:

$$\frac{\text{Myöhässä poistuvat matkustajat}}{\text{Poistuvat matkustajat}} \times 100 \%$$

Matkustajamäärät voidaan esitetyn mittarin avulla ottaa paremmin huomioon kokonaistäsmällisyyden laskennassa, eli mitata matkustajien myöhästymisen vaikutus kaikilla asemilla.

Täsmällisyys painotettuna matkustajilla =

$$\sum (\text{väliaseman täsmällisyys}) * \text{poistuvat matkustajat} \\ + \text{määränpäätäsmällisyys} * \text{poistuvat matkustajat}$$

Poistuvilla matkustajilla tarkoitetaan tässä absoluuttista junasta poistuvien matkustajien lukumäärää. Tässä mallissa ei lasketa junan kokonaismatkustajamäärää, sillä prosenttiosuuksien laskentaan sisältyy virhemahdollisuus, jossa vähäinen matkustajamäärä ja pieni poistuma ja korkea matkustajamäärä ja merkittävä poistuma antaisivat samaa suuruusluokkaa olevan tuloksen.

Matkustajavirtoja voidaan kuvata täyttöasteen avulla, mutta täyttöasteen laskenta täsmällisyysmittausta varten on poistuvien matkustajien lukumäärää vaikeampi tuottaa. Matkustajamäärätieto, myös poistuvien matkustajien määrä, on vielä nykytilassa täsmällisyyden seurannasta riippumattomasta järjestelmästä koottava ja tieto vaikeasti koottavissa. Matkustajamäärätieto on kuitenkin kehittymässä tulevaisuudessa, jolloin tarkan matkustajamäärätiedon käyttö voi olla mahdollista myös täsmällisyysmittauksissa.

Täsmällisyysmittaus suhteessa liikenteeseen on erityisen tärkeää henkilöliikenteessä. Nykyisestä mittarista saatava tulos on ollut täysin riippumaton matkustajien määrästä ja siitä, kuinka moneen matkustajaan epätäsmällisyys on vaikuttanut. Tällä tuloksella on kuitenkin suuri merkitys, sillä epätäsmällisyyden vaikutukset voivat matkustajamäärien avulla painotettuna vaihdella aivan eri kertaluokissa. Matkustajavirrat vaihtelevat suomalaisten asemien välillä merkittävästi ja epätäsmällisyyden merkittävyyden tulisi vaihdella näiden matkustajavirtojen mukaisesti. Matkustajapainotusta voidaan käyttää myös paikallistettaessa rataverkon toistuvia myöhästymisiä aiheuttavia syitä. Syiden merkitystä voidaan näin korostaa tuoden esille ne syyt, jotka aiheuttavat eniten myöhästymisiä matkustajille.

Asiakkuus otetaan henkilökaukoliikenteen täsmällisyyden arvioinnissa huomioon muutenkin. Matkustajatytytyväisyyden ja matkustajien jättämien valitusten tai korvauspyyntöjen määrällä voidaan arvioida palvelutason tavoitteiden täyttymistä ja palvelun täsmällisyyden tasoa. Käytettäessä asiakastytytyväisyyttä mittarina tulee muistaa, että työmatka- ja satunnaismatkustajat ovat hyvin erilaisia vaatimuksien ja asiakastytytyväisyyden suhteen. Asiakastytytyväisyyksmittauksissa nämä ryhmät tulisi pystyä erottamaan ja tuloksia tulkita toisistaan erillisinä tuloksina. Useimmiten asiakkaat reagoivat vasta pitkäkestoisiin tai toistuviin myöhästymisiin, jolloin tämä mittari antaisi täsmällisyydestä nykymittarista poikkeavan kuvan, jossa korostuvat erityisesti

merkittävät muutokset täsmällisyystasossa. Reagointikynnys voi vaihdella eri matkustajaryhmien välillä.

Asiakastyytyväisyystulokset täsmällisyysmittarina ovat osa asiakkuusmittaristoa. Täsmällisyystulos voidaan asiakastyytyväisyyden avulla kuvata tyytyväisyyden arvosanana tai palvelusta saatujen palautteiden tai korvauspyyntöjen lukumääränä.

Tutkimusten mukaan matkustajat hyväksyvät pitkällä matkalla lyhyttä matkaa suuremman myöhästymisen. Henkilökaukoliikenteessä matkaetäisyydet ovat usein pitkiä. Suomen kaltaisessa pitkänmallisessa maassa yhden junan ja matkustajan matka voi kasvaa moneen sataan kilometriin. Henkilökauko- ja lähiliikenteessä on käytetty tämän perusteella erilaisia raja-arvoja. On nähty, että matkan pituus on täsmällisyyden raja-arvoihin vaikuttava tekijä, jota ei vielä ole käytetty täsmällisyysmittareissa. Esimerkiksi yli 500 kilometrin matkalla sallittaisiin 15 minuutin täsmällisyyden raja-arvo. Täsmälliseksi luokittelun raja-arvo riippuisi tällöin matkustajan matkan pituudesta, ei junan tyypistä tai kokonaismatkasta.

Mahdollisuus useampaan raja-arvoon on olemassa, mutta nykyinen viiden minuutin raja-arvo on koettu henkilökaukoliikenteelle hyväksi ja on eurooppalaisittain yleisin. Enemmän kritiikkiä osakseen saavat lähiliikenteen raja-arvot, jossa kolmen minuutin raja-arvon käyttö YTV-alueen ulkopuolella on kyseenalaistettu. Tähän palataan uutta lähiliikenteen mittaria kuvattaessa.

Täsmällisyyttä kuvaavissa matemaattisissa malleissa otetaan huomioon täsmällisyyden painottaminen muun muassa junan nopeuden, pysähtymisten määrän, vuorokaudenajan, odotetun matkustajamäärän tai matkan hinnan avulla. Matkustajamäärän vaikutus on otettu uudessa mittarissa jo huomioon. Epätäsmällisyyden yhteyttä muihin tekijöihin voidaan tuoda esille painottamalla sitä erilaisten tekijöiden avulla.

Täsmällisyyttä voidaan painottaa esimerkiksi käytetyn junan tyypin mukaan:

Täsmällisyys huomioiden junatyyppi =

$$\sum(\text{väliaseman täsmällisyys}) * \text{junatyyppin kerroin} + \text{määränpäätäsmällisyys} * \text{junatyyppin kerroin}$$

Junatyyppin kerroin voi vaihdella Pendolinon korkeimmasta kertoimesta pikajunan kertoimeen. Junatyyppin kerroin voidaan määrittää samansuuruisuena erona kuin eri junissa lipputyyppien hintojen erot. Näin ollen tämä mittari ottaisi huomioon myös matkan hinnan osana junatyyppin kerrointa. Toisaalta kertoimen tarkka määrittäminen vaatisi tietoa matkustajien maksuhalukkuudesta eri junatyyppien välillä.

Toisena vaihtoehtona on korostaa pysähdysten määrän vaikutusta täsmällisyyteen. Täsmällisyyden suhteuttaminen pysähdysten määrän mukaan voidaan tehdä lasketun kokonaistäsmällisyyden avulla. Tällaisella mittarilla voidaan vertailla pysähdysten määrän vaikutusta täsmällisyyteen. Toisaalta erityyppisillä junilla pysähdysten määrä vaihtelee, joten tämä eroavaisuus korostuu jo esitetyssä junatyyppin mukaisessa painotuksessa.



Yksin kertoimilla korjattu täsmällisyysmittari ei ole riittävä kuvaamaan todellista tilannetta. Korjauskertoimia voidaan käyttää mittarissa, jossa on jo tehty merkittävimmät muutokset, kuten mittaus koko matkan ajalta ja matkustajien täsmällisyyden mittaus. Mittari monimutkaistuu, kun siinä otetaan yhä useampi asia huomioon, mutta näin siitä saatavan tiedon laatu paranee ja mittari antaa täsmällisyydestä entistä paremman sekä käyttökelpoisemman kuvan.

Nykymittarin analyysissa puutteena nostettiin esille aikataulullisten ominaisuuksien heikko käsittely täsmällisyyden mittaamisessa. Uusi mittari ottaa aikataululliset tekijät, kuten matka-ajan huomioon. Myöhästyminen voidaan näin suhteuttaa matka-aikaan muutenkin kuin pidentämällä myöhästymisen raja-arvoa pidemmällä matkalla tai painottamalla pidempää matkaa eri kriteerein. Esimerkki myöhästymisen kestosta suhteessa matka-aikaan:

#### Matkustajan myöhästymisminuutit määräasemalla

##### Matkustajan kokonaismatka-aika

Nykymittarin analyysin avulla uuteen mittariin tuotiin mukaan peruttujen junien kirjaus myöhästyneeksi. Peruttuja junia ei henkilökaukoliikenteessä ole ennen toukokuuta 2008 kirjattu myöhästyneiksi, eikä niiden vaikutus nykymittarin mukaiseen täsmällisyyteen ole ollut merkittävä. Uudessa mittarissa peruutetut junat otetaan huomioon, jotta perutusten mahdollinen täsmällisyyttä parantava ja näin virhettä aiheuttava vaikutus poistuu. Uudessa mittarissa peruttu juna kirjataan henkilökaukoliikenteessä 30 minuuttia myöhästyneeksi. Järjestelmien kehityksestä riippuen tulevaisuudessa voidaan myös laskea perutun junan kohdalla siihen lipun ostaneiden, eli peruutuksesta kärsineiden matkustajien lukumäärä.

Kansainvälisesti täsmällisyysprosenttien laskennan lisänä yleisesti mitataan kokonaismyöhästymisminuuttimäärää ja sen kehitystä. Muutokset yhteenlasketuissa myöhästymisminuuteissa antavat kuvan myöhästymisten suuruudesta yhdessä prosenttiluvun kanssa. Uudessa henkilökauko- samoin kuin lähiliikenteen mittarissa seurataan myös kaikkien myöhästymisminuuttien summaa ja sen kehitystä kuukausitasolla. Prosentti-osuuteen perustuva mittaus kuvaa ainoastaan tietyn rajan mukaisten myöhästymisten määrän kehitystä, kun kokonaisminuuttimäärä kuvaa myöhästymisten suuruuden muutosta. Samalla myöhästymisprosentilla kokonaismyöhästymismäärä voi olla hyvin erilainen. Kokonaismyöhästymisminuuttimäärää ja myöhästymistasoa tulee vertailla rinnakkain.

Suomessa on kokonaisminuuttimäärää seurattu, mutta tulosta ei ole esitetty rinnan täsmällisyytensä kanssa. Ainakin Iso-Britanniassa on täsmällisyyttä seurattu kokonaismyöhästymisminuuttien muutoksen avulla. Kokonaismyöhästymisminuuttien avulla voidaan myös erotella myöhästymisten taustalta löytyviä syitä ja syiden painoarvo korostuu todellisemmin. (Hamilton Booz Allen 1999) Käytettäessä kokonaisminuuttimäärää tulee välttää yksinkertaista vertailua aikaisempaan, mikäli minuuttimäärässä ei oteta huomioon liikenteen kasvua.

Mitattua täsmällisyyttä voidaan luokitella monin tavoin. Yksi mahdollisuus on myöhästymisen keston mittaaminen ja sitä kautta epätäsmällisyyden luokittelu.

Luokitus perustuu osittain nykymittarin raportoinnissa käytettyihin myöhästymisten keston minuuttiluokkarajoihin. Uudessa luokittelussa otetaan huomioon myös perutut junat. Luokittelu on sopiva erityisesti henkilöliikenteeseen.

Hollannin esimerkkiin (Vromans 2005) perustuen suomalaisessa mittarissa epätasällisyys on jaettu useampaan keston mukaiseen suuruusluokkaan tuomaan esille niin pienten kuin merkittävien, esimerkiksi yli puolen tunnin myöhästymisten osuuden. Luokkina uudessa mittarissa ovat esimerkiksi *vähäinen* (0-5 min), *keskinkertainen* (6-15 min), *merkittävä* (16-30 min) ja *vakava* (yli 31 min). Tässä mallissa peruttu juna voitaisiin kirjata vakavasti myöhästyneeksi. Tätä jaottelua tukee myöhästymisen keston ja asiakkaiden korvausvaatimusten yhteys; yli 15 minuutin eli merkittävistä myöhästymisistä haetaan korvauksia ja yli 30 minuutin myöhästymisille nähdään tarvetta korvata myöhästyminen automaattisesti. Erimittaisia myöhästymisiä voidaan näin tarkastella lukumäärän tai minuuttien jakautuman mukaan esimerkiksi prosentteina.

Luokittelu voidaan toteuttaa myös liikennöinnin ajankohtaan perustuen, sillä useissa tutkimuksissa (Olsson & Haugland 2004, NEA 2003) on todettu, että täsmällisyys vaihtelee ajankohdan, erityisesti viikonpäivän mukaan. Jako tapahtuu luokitellen täsmällisyys riippuen onko kyseessä arkipäivä vai viikonloppu. Tällainen mittari on tärkeä erityisesti henkilöliikenteessä, jossa matkustajaprofiili on erilainen viikolla ja viikonloppuna. Täsmällisyyden vaihtelu viikonpäivien välillä antaa perusteen myös mitata täsmällisyyttä erilaisin perustein tai ainakin toisistaan irrallisin mittarein viikolla ja viikonloppuna, kuten Sveitsissä on jo tehty. Suomalaisessa uudessa mittarissa tärkeämpää on tarkastella liikennettä eri ajankohtina ja mahdollisesti asettaa erilaisia tavoitteita. Täsmällisyyden kannalta erilaisin perustein voidaan seurata arkiliikennettä maanantaista torstaihin ja toisaalta perjantain ja sunnuntain ruuhkaliikennettä.

Henkilökaukoliikenteen täsmällisyyden mittari koostuu kaiken kaikkiaan

- matkustajien myöhästymisen mittarista
- asiakastytyväisyyden mittarista
- koko matkan täsmällisyydestä
- epätasällisyyden kustannusmittarista
- luokittelusta ajankohdan mukaan
- luokittelusta syiden perusteella.

### **6.2.2 Lähiliikenteen mittari**

Lähiliikenteen mittarissa toistuvat henkilökaukoliikenteen täsmällisyyden mittareiden ominaisuudet. Lähiliikenteessäkin on tärkeää ottaa huomioon asiakkaat eli matkustajat ja mitata täsmällisyyttä matkustajien täsmällisyytenä. Täsmällisyyden mittaaminen koko matkan ajalta on myös tärkeää. Lähiliikenteessä välimatkat ovat lyhyempiä ja junalla on useampia pysähdyksiä, minkä johdosta lähiliikenteessä matkustajien täsmällisyys korostuu kaukoliikennettä enemmän. Lähiliikenteen luonne tulee näkyä täsmällisyysmittarissa ja eroavaisuuksia henkilökaukoliikenteen mittariin on. Nykyisin mittaamisen erot näkyvät muun muassa pienempänä täsmällisyyden raja-arvona, mikä uudessa lähiliikenteen mittarissakin säilytetään.



Lähiliikenteen mittarissa säilytetään myös nykyinen mittaustapa vertailtavuuden johdosta. Uuden lähiliikenteen mittarin merkittävimmät muutokset ovat täsmällisyys matkustajien saapumisien avulla laskettuna sekä täsmällisyyden laskeminen koko matkan ajalta, ei enää ainoastaan lähdössä ja saapumisessa. Lähiliikenteessä on nähty tarpeelliseksi käyttää useampaa raja-arvoa täsmällisyyden määrittelymiseen; toinen todelliselle lähiliikenteelle, joka tapahtuu YTV-alueen sisäpuolella, toista, joustavampaa raja-arvoa käytetään YTV-alueen rajojen yli kulkevaan liikenteeseen.

Uudessa mittarissa on kyseenalaistettu lähiliikenne-termi. Pidemmällä, yli 50 kilometrin yhteysväleillä lähiliikenteen ja henkilökaukoliikenteen ero täsmällisyyden näkökulmasta on enää pieni. Mittausperusteet henkilökauko- ja lähiliikenteen välillä ovat aiemmin olleet erilaiset, uudessa mittarissa lähiliikenteessä ero säilytetään enää YTV-alueen sisäisessä liikenteessä. Pidemmän, YTV-alueen ylittävällä matkalla käytetään samoja raja-arvoja kuin kaukoliikenteessä eli viittä minuuttia.

Nykyisessä lähiliikenteen mittarissa on käytössä YTV:n liikennöitsijälle asettama bonus- ja sanktiojärjestelmä, jonka toteutus on hyvin yksinkertainen perustuen täsmällisyyden päiväkohtaiseen kokonaisprosenttiin ja asetettuun täsmällisyystavoitteeseen. Siinä ei oteta huomioon esimerkiksi epätäsmällisyyden aiheuttajia, eikä tiettävästi matkustajamääriä. Järjestelmä on hyvin yksinkertainen ja kohtaa samat ongelmat kuin täsmällisyyden nykyinen mittaustapa muutenkin. Bonus- ja sanktiojärjestelmän muuttaminen uuden mittarin kanssa yhteensopivaksi on tärkeää. Bonukset ja sanktiot voidaan kirjata myös matkustajien täsmällisyystavoitteiden täyttymisen perusteella.

Lähiliikenteen täsmällisyyttä uusi mittari tarkastelee

- matkustajien täsmällisyyden kautta
- asiakastytytyväisyyden arvolla
- koko matkan ajalta
- epätäsmällisyyden syitä matkustajamäärällä painottaen koko matkalta
- erikseen YTV-alueen ulkopuolella ja YTV-alueella

### **6.2.3 Tavaraliikenteen mittari**

Tavaraliikenteen täsmällisyyden mittaustarpeet ovat erilaiset kuin henkilöliikenteessä. Tavaraliikenne on henkilöliikenteestä poikkeavaa, muun muassa liikennöinnin keskittyminen arkipäiviin ja etuajassa kulku ovat tavaraliikenteessä yleisiä. Tämä parantaa saavutettua täsmällisyyttä, mutta etuajassa kulkevat tavarajunat voivat aiheuttaa sekundäärisiä myöhästymisiä muille junille, myös henkilöliikenteen junille. Etuajassa kulkua tulee tarkastella myös epätäsmällisyytenä ja mitata entistä tarkemmin.

Nyström (2005b) esittää, että parempi tavaraliikenteen täsmällisyyden mittari olisi vaunujen kiertoaika. Kiertoaajan muutoksien avulla voidaan seurata erityisesti tavaraliikenteen säännöllisyyttä. Kiertoaajan avulla saadaan toistuvasti myöhässä olevien junien vaikutus näkyviin ja voidaan tunnistaa junat, joissa tavaraliikenteessä tyypillisesti myöhästymisiä aiheuttavat lastaus ja purku ovat ongelmallisia. Kiertoaajan poikkeamia voidaan tunnistaa muun muassa lähtötäsmällisyyttä mittaamalla. Lähtötäsmällisyys voi tuoda esille myös ongelmat junanmuodostuksessa tai muissa logistisissa toiminnoissa.

Tavaraliikenteessä epätasällisyyttä voidaan parantaa muun muassa tunnistamalla junat, joiden lähtöaika on suunnitellusta poikkeava. Toinen keino on tunnistaa tavaraliikenteen myöhästymisten syyt ja kohdistaa tätä kautta parannustoimet suurimpiin syytekijöihin. Syiden tunnistaminen tapahtuu kuten henkilöliikenteessä, radanpidon kannalta tavaraliikenteen myöhästymisten syillä on yhtäläinen vaikutus. Tavaraliikenteen myöhästymisten merkittävimmät syyt nostetaan esille lukumäärään tai kertyneisiin myöhästymisminuutteihin nähden. Myöhästymisten taustalla olevien tekijöiden tunnistamiseen perustuvat mittautavat ovat täsmällisyydestiedon käytön kannalta tavaraliikenteen tärkeimmät mittarit.

Tavaraliikenteen merkitys rautateillä on suuri ja tavaraliikenteen täsmällisyyttä voidaan asiakkaan näkökulmasta painottaa esimerkiksi asiakkaan tärkeyden, kuljetettavan tonnimäärän tai tavararvon mukaan. Luvussa 3.5 esitetyn mukaisesti tavaraliikenteen kuljetusaikaa on Ruotsissa arvotettu kuljetettavan tavararvon perusteella. Banverketin mukaan kevyiden ja kalliiden kulutustuotteiden aikakustannukset ovat noin 2 €/ (tonni\*tunti) sekä vastaavasti nestemäisen tai bulkkitarvaran 0,02 €/ (tonni\*tunti) (Nyström 2005a). Tavaraliikenteessä voitaisiin tämän mallin mukaisesti mitata epätasällisyyden kustannuksia ja seurata kustannustason muutoksia.

Tavaraliikenteessä täsmällisyyden aikaikkuna ei ole yhtä tarkka kuin henkilöliikenteessä, joten täsmällisyyden raja-arvon ei tarvitse olla yhtä pieni kuin henkilöliikenteessä. Täsmällisyys kuljetusketjussa on kuitenkin merkittävä, mutta minuuteissa mitattuna ei kuljetusten tarkkuus ole yhtä kriittinen kuin henkilöliikenteessä. Myöhästymisen vaikutukset voivat helposti kohota suuremmiksi kuin henkilöliikenteessä, erityisesti kun kuljetettava tavara on osa pidempää kuljetusketjua tai kriittinen osa teollisuuden prosessia. Tavaraliikenteen täsmällisyyden mittaamiseen voitaisiin käyttää luokittelua kuljetetulle tavaralle ja painotusta näiden tavararvan laadun mukaan. Ongelmana on kuvata kriittisten yhteysvälien ja rautateillä kulkevan tavararvan erot ja arvottaa yhteysvälit tai kuljetettavat tavarat.

Tavaraliikenne keskittyy arkipäiviin, eikä liikenne ole luonteeltaan viikonpäivien mukaan vaihtelevaa. Tavaraliikenteelle ei ole tarpeen käyttää täsmällisyytilanteen luokittelua viikonpäivien perusteella kuten henkilöliikenteelle. Tavaraliikenteessä myöhästymisen keston perusteella luokittelu on myös vaikeaa, sillä täsmällisyyden minuuttiraja-arvojen suhteen ei olla yhtä kriittisiä. Tavaraliikenteen täsmällisyyden mittauksessa ei myöskään oteta huomioon väliasemia, sillä niiden merkitys tavaraliikenteen kuljetuksille ei ole suuri. Lastaus- ja purkuasemien täsmällisyydellä on tavararvan ja kuljetusketjun kannalta enemmän merkitystä.

Tavaraliikenteessä täsmällisyyttä mitataan ja tilannetta seurataan uudessa mittarissa

- lähtötasällisyyden avulla
- epätasällisyyden syiden kautta
- epätasällisyydestä aiheutuneiden kustannusten avulla
- asiakastytyväisyyteen verraten
- nykyisen mittarin kaltaisena saapumistasällisyytenä.



### 6.3 Mittarin tekninen toteutus

Rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaaminen voidaan toteuttaa hyvin monesta näkökulmasta ja usealla mittarilla. Kaikkea ei kuitenkaan ole kustannustehokkaasti järkevä mitata, joten mittareiden keskinäisen merkityksen arviointi on tärkeää. Mittareiden tulisi tuottaa lisäinformaatiota eri käyttäjille, ei päällekkäistä tietoa eri muodoissa. Uuden mittarin arvioinnissa tärkeimpänä tekijänä ovat tekniset järjestelmät ja uuden mittarin soveltuvuus olemassa oleviin ja kehiteltäviin informaatiojärjestelmiin. Toisaalta mittarin toteutuksen kannalta on arvioitu mittareiden tuottaman tiedon käyttö-tarkoituksia ja käyttäjäpotentiaalia.

Mittareiden valinnassa voidaan suosia niitä mittareita, joiden tekninen toteuttaminen on nykyisillä järjestelmillä yksinkertaisesti tai pienin muutoksin mahdollista. Lisää mittareita voidaan tuoda käyttöön myöhemmin, kun täsmällisyystietoa tuottavien järjestelmien kehittymisen myötä yhteensovittaminen on mahdollista. Liikennöitsijä tuottaa täsmällisyysmittareihin suurimman osan informaatiosta, joten sen suunnitelmalliset tiedonkeruujärjestelmistä tulee ottaa huomioon arvioitaessa uusien mittareiden mahdollisuuksia.

Täsmällisyyden mittaamiseen ja epätäsmällisyyden vaikutuksia kuvaaviin mittareihin käytettävä tieto on suurimmalta osalta liikennöitsijän hallinnoimaa asiakkuustietoa. Liikennöitsijältä tai tulevaisuudessa usealta liikennöitsijältä kerättävä tieto voidaan kokea liikesalaisuuden paljastamiseksi. Kuten nyt, matkustajamäärätieto ei yleensä ole julkista. Uuden mittarin kannalta on ongelmana myös siinä tarvittavan tiedon hajanaisuus. Tietoja keräävät ja käyttävät eri toimijat. Kaikkea uuden mittarin laskennassa käytettävää tietoa ei saada Jusesta, esimerkiksi automaattisesti laskentaan sisältyviä matkustajamäärätietoja varten Jusen tulisi pystyä keskustelemaan toisen järjestelmän kanssa. Kilpailun lisääntyessä rautateillä on tiedon hallinta entistä tärkeämpää.

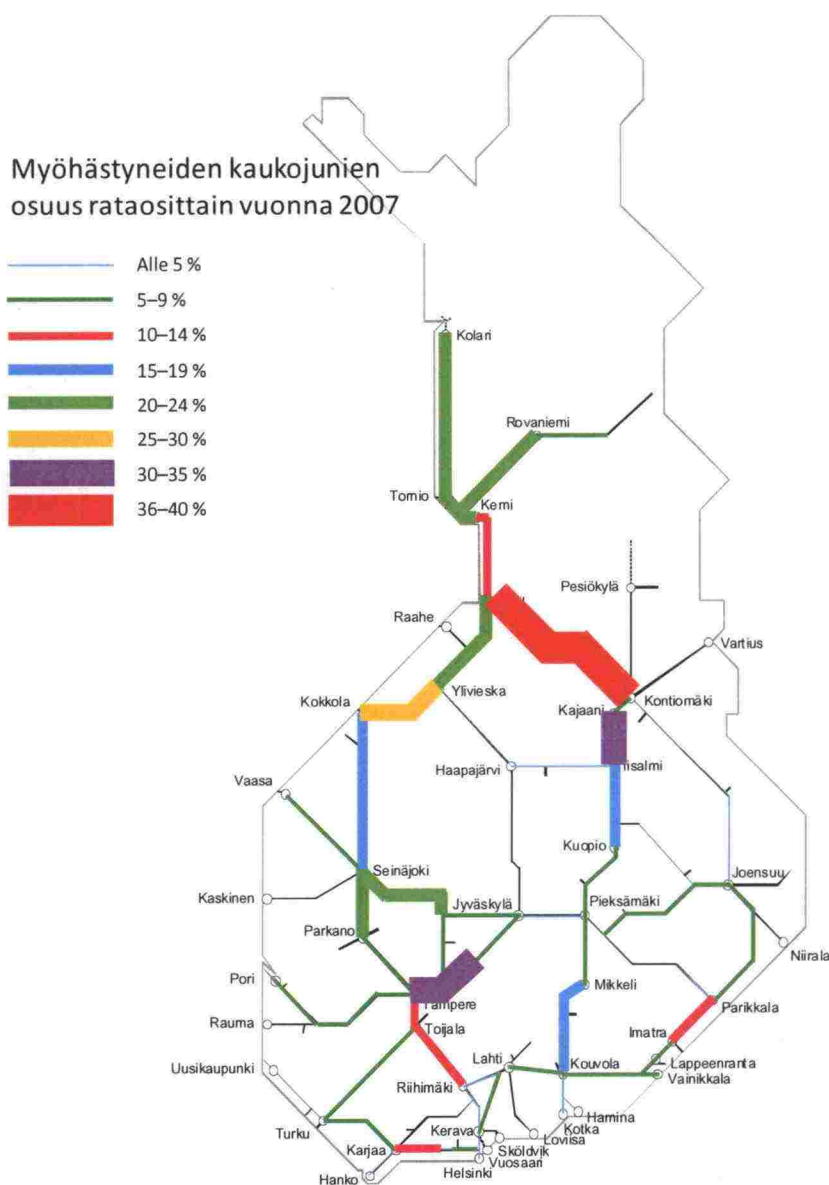
Mitattavan täsmällisyystiedon toivotaan tuottavan täsmällisyydestä lisätietoa ja lisäarvoa jollekin toimijalle. Uutta mittaria tuleekin realistisesti arvioida tästä näkökulmasta. Sellaisen tiedon mittaaminen on tarpeetonta, jota kukaan ei tarvitse. Uuden mittarin tuottaman tiedon tulee myös olla muodossa, josta sitä voidaan hyödyntää. Todennäköistä ei ole tuottaa suurta informaatiomäärää kalliilla pienelle käyttäjäkunnalle. Nykyisen mittarin ja tiedonkeruun ongelmana on jo nähty se, että tietoa on paljon, mutta sitä ei osata hyödyntää. Toisaalta monipuolistamalla täsmällisyysmittaristoa voidaan täsmentää tietoa sitä tarvitseville. Täsmällisyystiedon käyttäjäkuntaan voidaan vaikuttaa täsmällisyystiedosta raportoinnin ja tiedottamisen kautta, jota käsitellään seuraavassa luvussa.

Uuden mittarin toimivuuden testauksessa, luvussa 7.1 on tapaustutkimuksen kautta pyritty löytämään mittareista ne, jotka tuottavat rautatieliikenteen täsmällisyydestä parhaiten lisää sellaista tietoa, jota nykymittari ei tuota tai joka poikkeaa merkittävästi nykymittarin kuvaamasta täsmällisyystasosta.

#### 6.4 Mittareiden seuranta

Uudessa mittaristossa on monta osaa, joiden avulla täsmällisyystiedosta voi valita ja käyttää vain sitä, joka vastaa kaivattuun tietotarpeeseen. Toisaalta täsmällisyyttä voi tarkastella koko liikennejärjestelmän kannalta kokonaisuutena ja nykyisen mittarin avulla helposti verrata tuloksia aiempaan.

Täsmällisyydestä on koostettu kuukausiraporttien lisäksi vuosiraportteja. Tulevaisuudessa uuteen mittariin pohjautuen raportointia voidaan kehittää avoimempaan ja entistä tarkemmin kohdistettuun tietoon. Täsmällisyyden monipuolisesta raportoinnista on useita kansainvälisiä esimerkkejä. Norjalainen raportointimalli (Jernbaneverket 2007) kuvaa täsmällisyyden rataosittain, meillä tärkeänä tietona pidetään epätäsmällisyyden syytietoa rataosittain. Rataosittaisesta tarkastelusta on esimerkkinä vuoden 2007 myöhästyneiden kaukojunien jakautumisesta tehty kuva 6.6.



Kuva 6.6 Havainnollinen esimerkki myöhästymisten jakautumisesta rataosittain. (Sipilä 2008)



Käytössä olevan kuukausittaisen raportoinnin avulla täsmällisyyttä voidaan kuvata entistä tarkemmin, lyhyemmällä aikavälillä. Tällaisen tiedon julkaisutarve ei ole laaja, tärkeämpää olisi tarjota tieto helpommin ja ymmärrettävässä muodossa niiden saataville, jotka sitä tarvitsevat. Tiedon käyttäjien määrä on toistaiseksi vähäinen ja lyhyen aikavälin täsmällisyystiedoista on kokemattoman vaikea tehdä oikeansuuntaista yhteenvetoa. Täsmällisyyden käsittelyssä kuukausi on aikavälinä lyhyt ja voi heijastaa yksittäisen tapahtumaketjun vaikutuksia liian voimakkaasti.

Seurantaa voidaan toteuttaa myös aluejaolla, jolloin eri alueiden täsmällisyyttä voitaisiin vertailla. Alueellinen vertailu vastaa esimerkiksi kunnossapidon tarpeisiin. Alueiden liikennemäärät vaihtelevat paljon, jolloin on tärkeää pystyä suhteuttamaan täsmällisyysmittaus liikennemääriin. Liikenteen rakenne myös vaihtelee alueittain.

## 7 UUDEN MITTARIN TOIMIVUUS

Uuden, tässä työssä kehitetyn täsmällisyysmittariston toimivuutta tarkastellaan tässä luvussa toteumatiedon perusteella. Kaikkia edellisessä luvussa kuvattuja mittareita ei nykyisin kerättävän tiedon perusteella voida tarkastella, mutta seuraavassa on uuden mittarin ominaisuuksia testattu siltä osin kuin se on ollut mahdollista.

Uuden mittarin toimivuuden tarkoituksena on ollut selvittää, miltä täsmällisyystulokset näyttävät uuden mittarin mittauseriaatteiden mukaisesti ja kuinka uusi mittari muuttaa tuloksia. Toimivuustarkastelussa on pyritty myös testaamaan uuden mittarin toimivuutta käytännössä todellisen täsmällisyystiedon avulla. Testauksessa käytetty tieto on kerätty viikon ajalta niin Juse-järjestelmästä kuin matkustajamääriä kuvaavista yhteenvedoista.

### 7.1 Täsmällisyys uudella mittarilla

Uuden mittarin toimivuustarkastelun aineistona on käytetty vuoden 2008 tammikuun, viikon 3 junien kulkutietoja. Käytetty aineisto kattaa koko rautatieliikenteen, mutta aineistovalinnassa on tehty perusteltuja rajoituksia ja tarkasteltu tilannetta osittain pienempien esimerkkiryhmien ja aikarajausten kautta. Tulosten tarkoituksena onkin esittää eroavaisuuksia ja uuden mittarin mahdollisuuksia, ei kuvata täsmällisyys-tilannetta kyseisellä ajanjaksolla. Tiedot on pääosin haettu Juse-järjestelmästä, osa tiedoista perustuu täsmällisyyden kuukausiraporttien tietoon. Tietoja on kerätty käsin poimintana ja laskenta toteutettu taulukkolaskentaohjelman avulla.

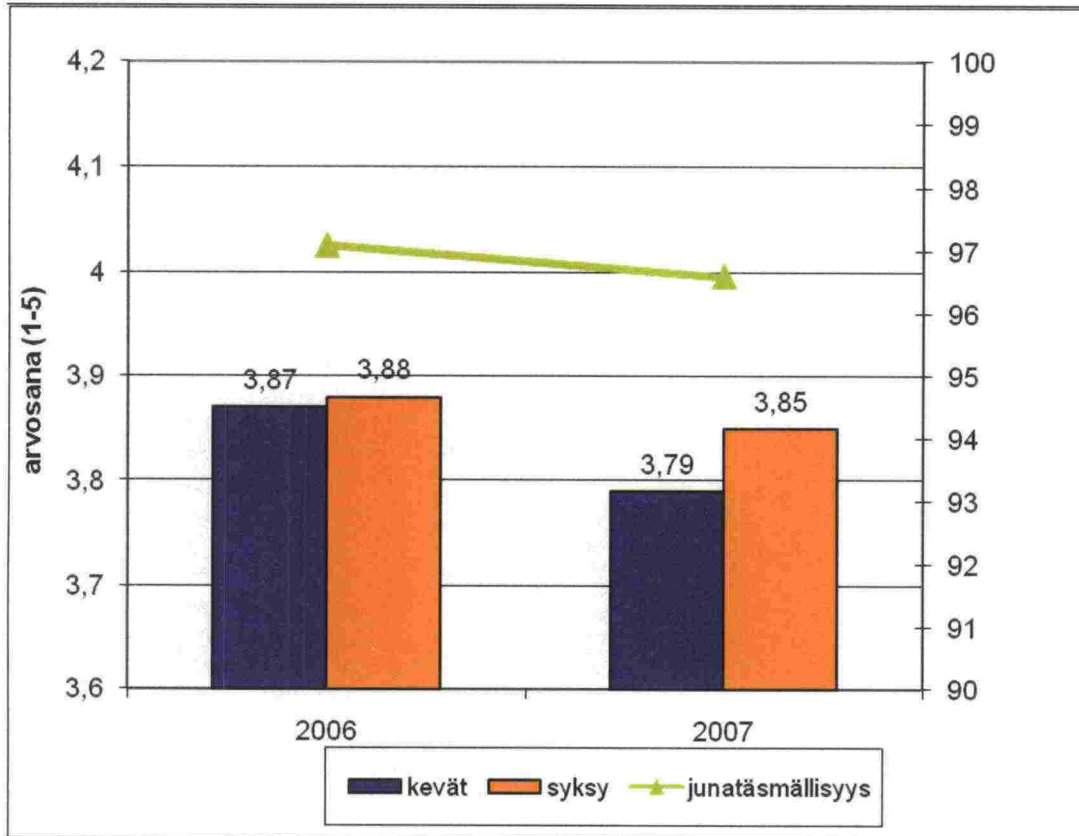
Sään ja keliolosuhteiden vaikutus on tunnistettu voimakkaasti täsmällisyyteen vaikuttavaksi tekijäksi. Valittu testijakso, tammikuun viikko kolme, oli keliolosuhteiltaan tasalaatuinen, hyvin leuto ja sateinen. Päivittäiset ylin ja alin lämpötila vaihtelivat esimerkiksi Helsingissä -5 ja 5 °C välillä sekä Oulussa -10 ja 5 °C välillä. Lumitilanne tammikuussa 2008 oli tavanomaista heikompi, Etelä-Suomessa lunta ei ollut. (Ilmatieteen laitos 2008) Toimivuustarkastelun kannalta on tärkeää, että keliolosuhteista on rajattu ulos merkittävästi häiriöitä aiheuttavat, erityisen poikkeavat kelit ja tarkasteltava ajanjakso on ollut keliolosuhteiden puolesta tasalaatuinen.

#### 7.1.1 Asiakastyytyväisyys

Asiakastyytyväisyys täsmällisyyden mittarina on soveltuva kaikkiin rautatieliikenne-muotoihin. Erityisesti henkilöliikenteessä mitattua asiakastyytyväisyyttä voidaan verrata samalla aikavälillä saavutettuun täsmällisyystasoon. Tämän mittarin perusteella voidaan arvioida sitä, kuinka paljon täsmällisyystason muutoksilla vaikutetaan asiakastyytyväisyyteen.

Esimerkki asiakastyytyväisyyden mittarista on lähiliikenteestä, jossa asiakastyytyväisyyttä seuraa YTV. Sen suorittamista asiakastyytyväisyyden tuloksista ja koko vuoden täsmällisyystietojen avulla voidaan vertailla asiakastyytyväisyydessä saavutettuja arvosanoja ja täsmällisyyden kehitystä, kuten kuvassa 7.1 on esitetty vuoden 2006 ja 2007 osalta.





Kuva 7.1 Asiakastyytyväisyyden ja lähiliikenteen täsmällisyyden yhteys.

Kuvasta 7.1 nähdään, että tarkastelussa käytetyllä aineistolla täsmällisyystason laskiessa myös asiakastyytyväisyyden arvosanat laskevat. Kahden vuoden sisällä muutokset ovat pieniä. Pitkäaikaisen seurannan avulla saadaan asiakastyytyväisyyden muutokset riippuen täsmällisyystasosta paremmin esille. Tuloksista ei kuitenkaan voida nähdä, millainen on ollut muiden tekijöiden vaikutus asiakastyytyväisyyteen ja ovatko muutokset tyytyväisyystuloksissa johtuneet ainoastaan täsmällisyystason muutoksista.

Henkilökaukoliikenteessä tiedot asiakastyytyväisyydestä perustuvat VR Osakeyhtiön asiakastyytyväisyydestään julkaisemiin tietoihin. VR Osakeyhtiön henkilöliikenteen osalta saamasta palautteesta suurin ryhmä, kaikkiaan kolmannes, koski liikennöintiä. Toinen kolmannes jakaantui palveluihin junissa ja asemilla. Tästä jaosta nähdään liikennöinnin suuri osuus ja toimivan liikennöinnin merkitys asiakastyytyväisyyden tekijänä. (VR-Yhtymä 2008d)

Tavaraliikenteessä VR Cargo tekee erillisiä asiakastyytyväisyyskyselyjä käyttäen menetelmänä kansainvälistä TRI\*M-menetelmää, jossa asiakkaita pyydetään vertaamaan VR Cargoa asiakkaan eniten käyttämään autokuljetusyritykseen. (VR-Yhtymä 2008e) Tämän mittauksen tuloksena saatavaa arvoa voidaan verrata edellisiin vuosiin ja saavutettuun täsmällisyystasoon. Menetelmä on ollut ensimmäisen kerran käytössä vuonna 2007, joten vertailutietoa edellisvuosiin ei vielä ole käytettävissä. Vuonna 2007 TRI\*M-indeksi oli 62 ja tavaraliikenteen kokonaistäsmällisyys 88,2 %.

### **7.1.2 Epätasällisyyden syiden seuranta**

Myöhästymisiä aiheuttavien syiden seuranta uudessa mittarissa tehdään kaikilla liikennemuodoilla yhdessä, luokiteltuna rataosan mukaan, jolloin saadaan paras informaatio kunnossapitäjälle. Syytiedon seuranta on tärkeää, erityisesti tarkasti paikannettuna, sillä myös tasällisyyttä parantavat toimenpiteet voidaan näin paremmin kohdistaa. Rataosittainen myöhästymisten syyjakauma voidaan esittää piirakkakuviona tai listauksena.

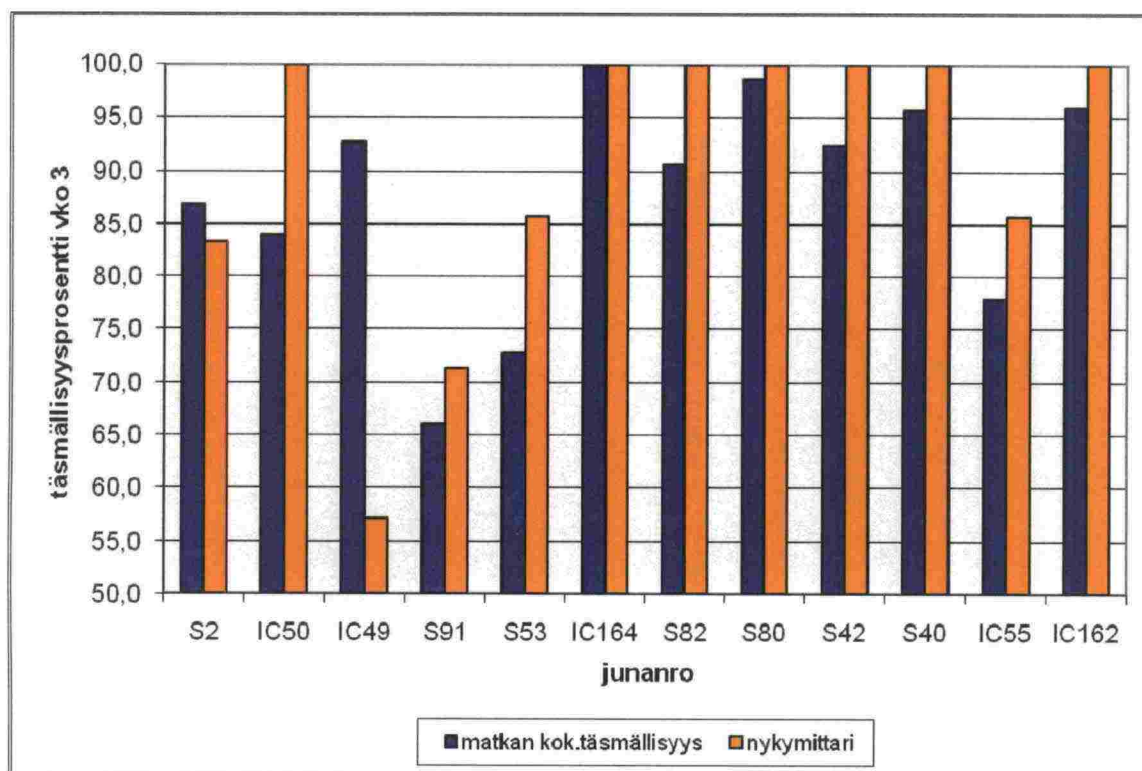
Henkilöliikenteen osalta syitä voidaan seurata kuitenkin myös painotettuna matkustajamäärällä, jolloin nähdään helposti ne syyt, jotka matkustajille aiheuttavat eniten myöhästymisiä. Seuranta voidaan tehdä kuukausittain, kuten nykytilanteessa kuukausi-raportoinnissa.

### **7.1.3 Matkan kokonaistasällisyys**

Uudessa mittarissa tasällisyys lasketaan koko matkalta, ei ainoastaan määränpää- asemalla. Junan tasällisyystieto koko matkalta on jo nykyisin olemassa, joten laskenta on mahdollista toteuttaa helposti. Koko matkan ajalta laskettu tasällisyystieto poikkeaa määränpäässä lasketusta tasällisyydestä saavutetun tason osalta sekä parempaan että heikompaan suuntaan. Tämä tarkoittaa sitä, että juna on voinut olla matkan aikana usealla asemalla ajoissa ja saapuu määränpäähän myöhässä tai että juna on määränpäässä ajoissa, mutta matkan aikana myöhästymisiä on kirjautunut usealta asemalta.

Tasällisyyden mittaaminen koko matkalta muuttaa kuvassa 7.2 nähtävällä tavalla tasällisyysprosenttia merkittävästi. Tasällisyystason muutos voi olla molempiin suuntiin, heikompi tai parempi. Tavoitetasona henkilökaukoliikenteessä on ollut 90 prosentin tasällisyys, uudella koko matkan kattavalla mittarilla ei esimerkkijunilla viikolla 3 olisi tavoitteeseen yltäneet 12 junasta kuin seitsemän.





Kuva 7.2 Esimerkkijunien täsmällisyys viikolla 3 koko matkan ajalta sekä nyky-mittarin mukaan määräasemalla tarkasteltuna.

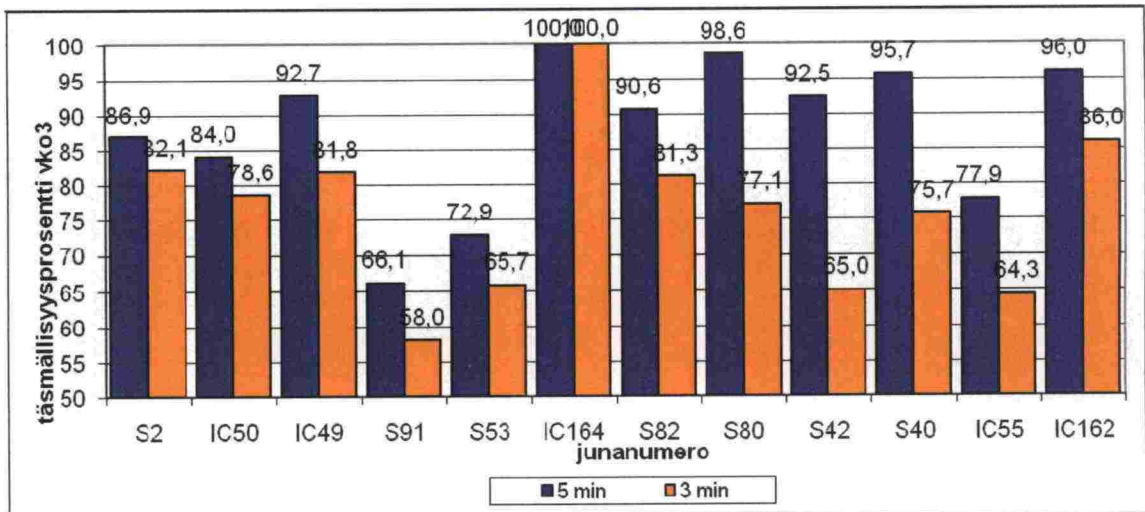
Testimateriaalin perusteella näyttää, että mitä pidempi matka on, sitä suuremmat ovat eroavaisuudet määränpää- ja kokonaistäsmällisyyden välillä. Pitkillä yhteysväleillä kokonaistäsmällisyys oli heikompi kuin määränpäässä mitatut täsmällisyydet. Testimateriaalina käytetyn 12 junan tammikuun viikon kolme aikana toteutuneet täsmällisyydet osoittavat myös sen, että kaikista kahdeksasta määräasemalla myöhästyneeksi kirjatusa junasta merkittävä osa on ollut yli 65-prosenttisesti matkan aikana täsmällisiä.

Määräasemalla ajoissa olleista junista merkittävä osa oli myös matkan aikana ajoissa. Nykymittarin mukaan täsmälliseksi kirjattuja junia tarkasteltiin koko matkan ajalta niin 5 kuin 3 minuutin raja-arvolla laskettuna. Koko matkan täsmällisyys vaihtelee tarkastelujoukon junilla sadasta aina 6,25 prosenttiin. Junien aikataulunmukainen kulku vaihtelee tulosten perusteella matkan aikana huomattavasti. Tarkastelun perusteella määräasemalla suoritettava täsmällisyyden mittausta antaa virheellisen kuvan täsmällisyydestä, ja erot koko matkan ajalta mitattuun täsmällisyyteen ovat huomattavia. Uudessa täsmällisyysmittarissa koko matkan ajalta tapahtuva täsmällisyyden mittausta on näin perusteltua. Tarkastelussa peruttu juna on kirjattu myöhästyneeksi.

#### 7.1.4 Täsmällisyyden raja-arvon muuttaminen henkilökauliikenteessä

Tässä testissä esitetään millainen on vaikutus, jos uudessa henkilökauliikenteen mittarissa muutetaan täsmällisyyden raja-arvoksi 3 minuuttia. Tuloksia arvioitaessa tulee ottaa huomioon, että on vaikea arvioida, miten kuljettajien käyttäytyminen olisi muuttunut, jos he olisivat olleet tietoisia kolmen minuutin raja-arvosta ja olisiko heillä ollut mahdollisuus saada tuo aika kiinni.

Tarkastelun avulla saadaan arvio sille, tulisiko raja-arvoa muuttaa. Tuloksena voi olla myös muutoksen merkityksettömyys, eli raja-arvot ovat nykyisin mahdollisella mittaus-tarkkuudella sopivat. Kuvassa 7.3 on esitetty testijakson täsmällisyysprosentit seuran-nassa mukana olleille henkilökaukoliikenteen junille niin 5 kuin 3 minuutin raja-arvolla.



Kuva 7.3 Raja-arvon muutoksen vaikutus täsmällisyytasoon.

Saavutettu täsmällisyystaso näyttää testijaksolla huonommalta, kun täsmällisyyden raja-arvona käytettiin 3 minuuttia. Tarkastelussa on käytetty täsmällisyyttä, joka on mitattu koko matkan ajalta (tarkasteltu luvussa 7.1.1). Täsmällisyyden raja-arvon muutoksen tulisi tulosten perusteella vaikuttaa myös asetettaviin tavoitteisiin. Tämän ja tulosten vertailtavuuden johdosta ei uudessa mittarissa nähdä tarvetta muuttaa henkilökaukoliikenteen raja-arvoa. Vaikka vertailun perusteella ero on merkittävä, muut tekijät puoltavat 5 minuutin raja-arvon käyttöä henkilökaukoliikenteen täsmällisyyden raja-arvona. Raja-arvoa muutettaessa tulee myös selvittää, tuottaako uusi pienempi, 3 minuutin raja-arvo matkustajille lisä-arvoa. Matkustajien arvotuksista ei ole nykyisin tietoa ja tulevaisuudessa käytettäviä raja-arvoja voidaan tiedon lisääntyessä arvioida uudestaan.

Muutokset täsmällisyystasossa raja-arvoa vaihtamalla ovat yhtä poikkeavia niin arkena kuin ruuhkaisina päivinä. Selkeää eroa eri raja-arvoilla viikonpäivien mukaan ei ollut havaittavissa.

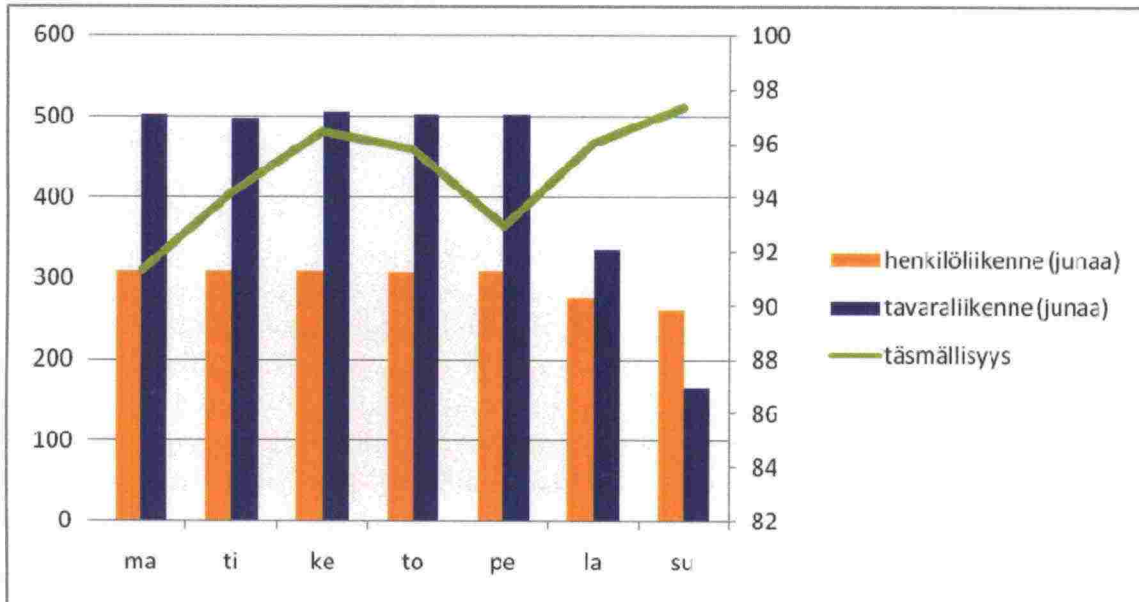
### 7.1.5 Täsmällisyys eri ajankohtina

Seuraavaksi tutkitaan, miten täsmällisyystilanne muuttuu, jos mitataan liikennettä eri mittareilla ajankohdasta riippuen käyttäen hiukan erilaisia mittareita? Selvitetään, onko havaittavissa eroa viikonpäivien välillä, esimerkiksi heikkeneekö täsmällisyys viikonloppuna? Mikäli eroavaisuudet ovat hyvin pieniä, tarve erilaisille mittareille ei ole selvä.

Aineistona tässä tarkastelussa on käytetty kaikkien junien yhteenlaskettua täsmällisyyttä esimerkkiviikon ajalta. Mukaan valittiin kaikki junat, sillä yksittäisten junien välillä tarkastelu olisi ollut haasteellista, sillä kaikki junat eivät liikennöineet kaikkina



viikonpäivinä. Tuloksia ei ole suhteutettu liikennemääriin, mutta liikennemäärät on esitetty kuvassa 7.4 vertailun mahdollistamiseksi.



Kuva 7.4 Täsmällisyys viikolla 3 sekä liikennemäärät tarkasteluajanjaksolla.

Kuvasta 7.4 nähdään, että täsmällisyys esimerkiviikolla on vaihdellut selvästi eri päivien välillä. Liikennemäärät arkena olivat hyvin samansuuruiset, samoin keliolosuhteet. Tässä tarkastelussa täsmällisyys näytti muihin päiviin verrattuna heikolta maanantaina ja perjantaina. Nämä päivät ovat myös asiantuntijoiden arvioiden mukaan haasteellisia rautatieliikenteen täsmällisyyden suhteen. Toinen ajankohtaan liittyvä, uudessa mittarissa mahdollisesti huomioon otettava tekijä on vuodenaika.

### 7.1.6 Epätäsmällisyyskustannukset mittarina

Epätäsmällisyyden yhteiskuntataloudellisia kustannuksia voidaan arvioida, kun tiedossa on, kuinka paljon henkilöjunat ovat olleet testijaksoksi valitulla aikavälillä yhteensä minuuteissa myöhässä. Tämän tiedon avulla voidaan arvioida myöhästymisminuuteista aiheutuneita kustannuksia karkealla tasolla. Tarkoista matkustajamääristä ei ole käytettävissä tietoa, joten matkustajamäärät ovat vain arvioita ja tulokset tulee arvioida käytettyjen lähtötietojen perusteella, ei kontekstista irrallaan. Tulos on siis vain suuntaa-antava, mutta siitä nähdään, millaista kertaluokkaa kustannukset ovat.

Ratahallintokeskuksen ohjeen mukaan keskimääräinen junamatkustajan ajan arvo on noin 7,1 euroa/tunti. (RHK 2004) Tämän luvun avulla voidaan arvioida, kuinka paljon vuosittaiset myöhästymiskustannukset matkustajille olisivat. Arvioimalla keskimääräiseksi matkustajan myöhästymiseksi esimerkiksi 3 minuuttia voidaan hahmotella kustannusvaikutuksia. Vuonna 2007 kaukoliikenteessä tehtiin kaiken kaikkiaan 12,9 miljoonaa matkaa (VR-Yhtymä 2008d).

Kaukoliikenteen matkustajien epätäsmällisyyskustannuksiksi saadaan edellisten muuttujien avulla noin 4,6 miljoonaa euroa vuodessa. Samankaltainen laskenta voidaan tehdä myös lähiliikenteen osalta. Tavaraliikenteessä epätäsmällisyyskustannusten arviointia ei voida tehdä yhtä suoraviivaisesti. Epätäsmällisyydestä aiheutuu myös

liikennöitsijälle kustannuksia muun muassa kaluston ja henkilökunnan pidentyneen tarpeen johdosta.

Epätasällisyyden kustannukset uudessa mittarissa voidaan ottaa huomioon myös liikennöitsijältä haettujen myöhästymisistä maksettujen korvausten avulla. Vuonna 2006 VR Osakeyhtiö maksoi asiakkailleen noin 75 000 euroa korvauksia myöhästymisten aiheuttamista ylimääräisistä kustannuksista. Maksimikorvaus myöhästymisestä on 5000 €. (VR-Yhtymä Oy 2007)

### ***7.1.7 Peruttujen junien vaikutus täsmällisyyteen***

Peruttuja junia on tarkasteltu esimerkiviikon ajalla. Henkilöliikenteessä peruttuja junia oli tuolloin vähän, ainoastaan neljä junaa. Määrä on yhteensä noin 0,2 % kaikista junista. Lukumääräisesti pieni määrä peruttuja junia ei myöhästyneenä käsiteltäessä vaikuta heikentävästi täsmällisyysprosenttiin tarkkuudella, jolla täsmällisyyttä tarkastellaan. Tilanne ei muutu oleellisesti, vaikka laskennassa käytettäisiin painotusta matkustajamäärällä.

Perutut junat on otettu huomioon uudessa henkilöliikenteen mittarissa. Niiden vaikutus ei merkittävästi mittarissa toistaiseksi näy, mutta asiakasnäkökulmasta on perusteltua ottaa ne mukaan täsmällisyystarkasteluihin.

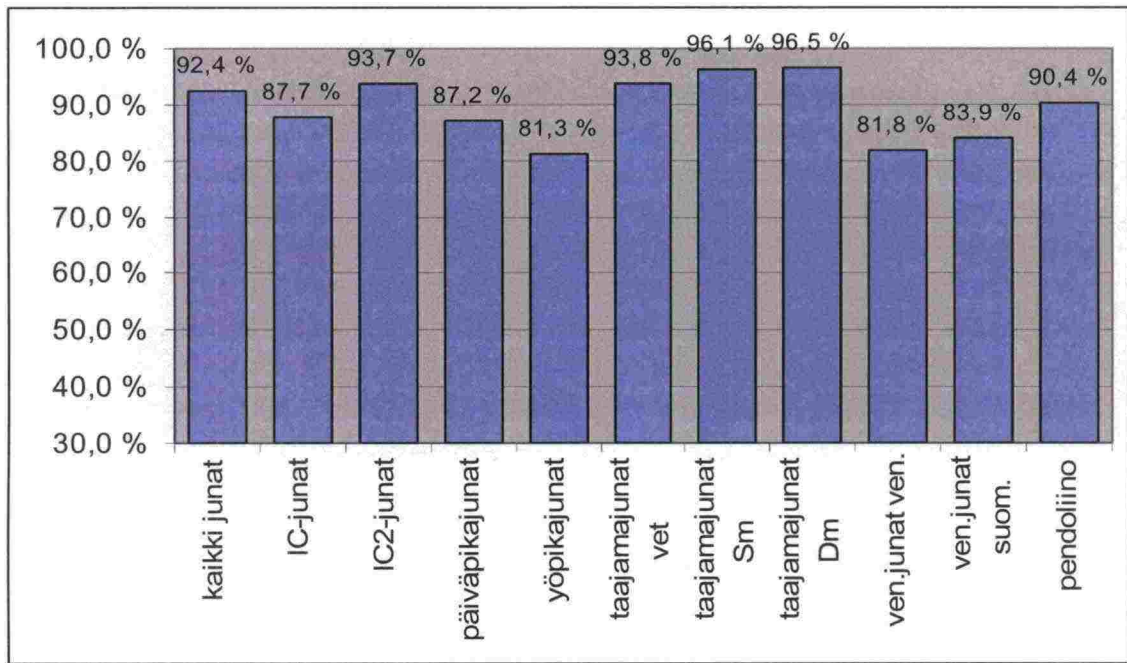
Tavaraliikenne on luonteeltaan hyvin erilaista ja peruttujen junien osuus tarkastelujaksolla oli suuri. Peruttuja junia oli yhteensä 510 junaa, joka on noin 17 % kyseisellä viikolla liikennöineistä junista. Tavaraliikenteessä tämä ei kuitenkaan tarkoita samaa kuin henkilöliikenteessä ja peruttujen junien määrästä ei voida arvioida, kuinka moni kuljetusasiakasta kärsi perutuksista. Tavaraliikenteessä osa junista perutaan suunnitellusti kuljetusasiakkaiden tarpeiden mukaan, kun kuljetusta ei tarvitakaan.

### ***7.1.8 Täsmällisyys junatyypeittäin***

Tässä tapaustutkimuksessa tarkasteltuna ovat erityisesti henkilöliikenteen eri junatyypit täsmällisyystasojen vaihtelujen suhteen. Lähiliikenteen osalta tullaan myöhemmin keskittymään eri linjojen täsmällisyyteen ja niiden eroavaisuuksiin.

Vertailumateriaalina on koko tammikuu 2008. Kuvasta 7.5 nähdään, kuinka täsmällisyystilanne vaihtelee henkilöliikenteen junatyypin välillä aina 81 prosentista lähes 97 prosenttiin. Täsmällisyystavoitteena oli 90 %.





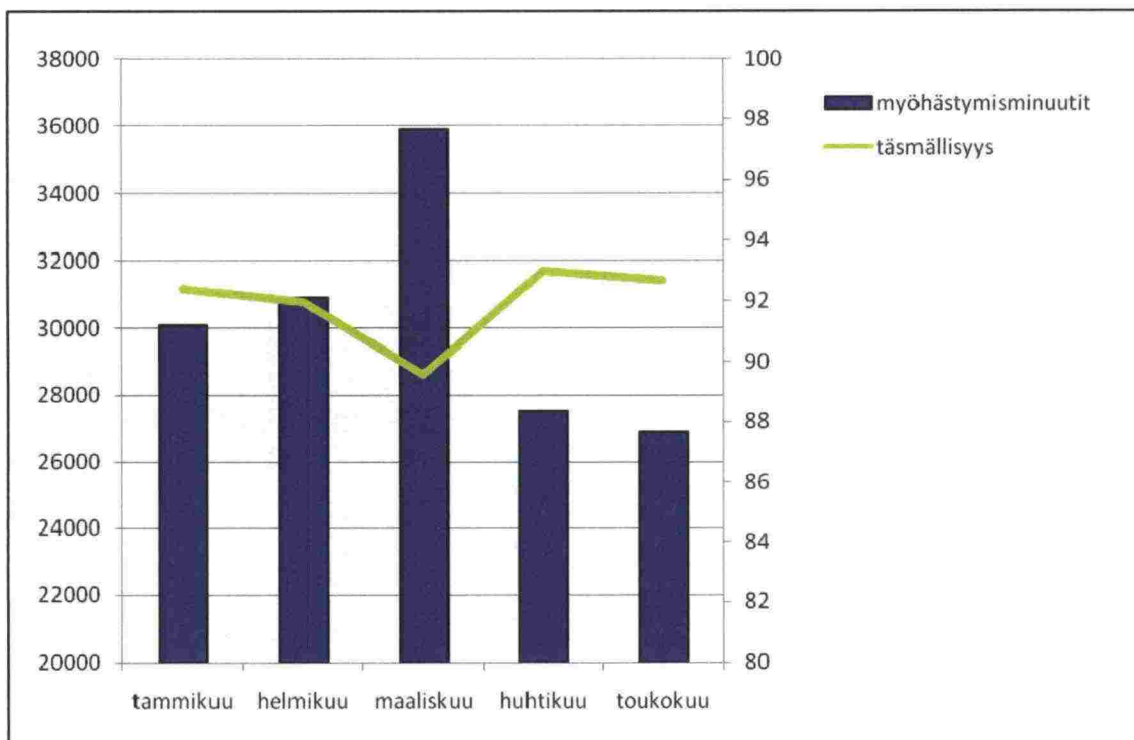
Kuva 7.5 Täsmällisyys junatyypeittäin tammikuussa 2008 (Blomqvist Egon, 2008a).

Vertailun perusteella henkilöliikenteen junista täsmällisimpiä ovat taajamajunat sekä IC2-junat. Mediassa heikon täsmällisyyden johdosta usein esiin nostettujen Pendolino-junien täsmällisyystaso on tammikuussa 2008 ollut tavoitetasossa ja parempi kuin IC- tai pikajunien täsmällisyys. Henkilöliikenteen junatyypien täsmällisyyserot ovat näkyviä ja täsmällisyyden seuranta junatyypeittäin on näin ollen perusteltua.

#### 7.1.9 Täsmällisyysprosentti vai myöhästymisminuuttien summa

Täsmällisyyttä voidaan kuvata yhtä aikaa erilaisilla mittareilla. Prosenttiosuuteen perustuva mittaus kuvaa ainoastaan tietyn rajan mukaisten myöhästymisten määrän kehitystä, kokonaisminuuttimäärä kuvaa myöhästymisten suuruuden muutosta. Samalla myöhästymisprosentilla kokonaismyöhästymisminuuttimäärä voi olla hyvin erilainen.

Seuraavassa kuvassa 7.6 on esitetty, miten kuukausitasolla henkilökaukoliikenteen myöhästymisminuuttien summa ja täsmällisyys vaihtelevat kuukausittain.



Kuva 7.6 Prosentteina ilmaistu täsmällisyys ja täsmällisyysminuuttien summa vuoden 2008 viitenä ensimmäisenä kuukautena.

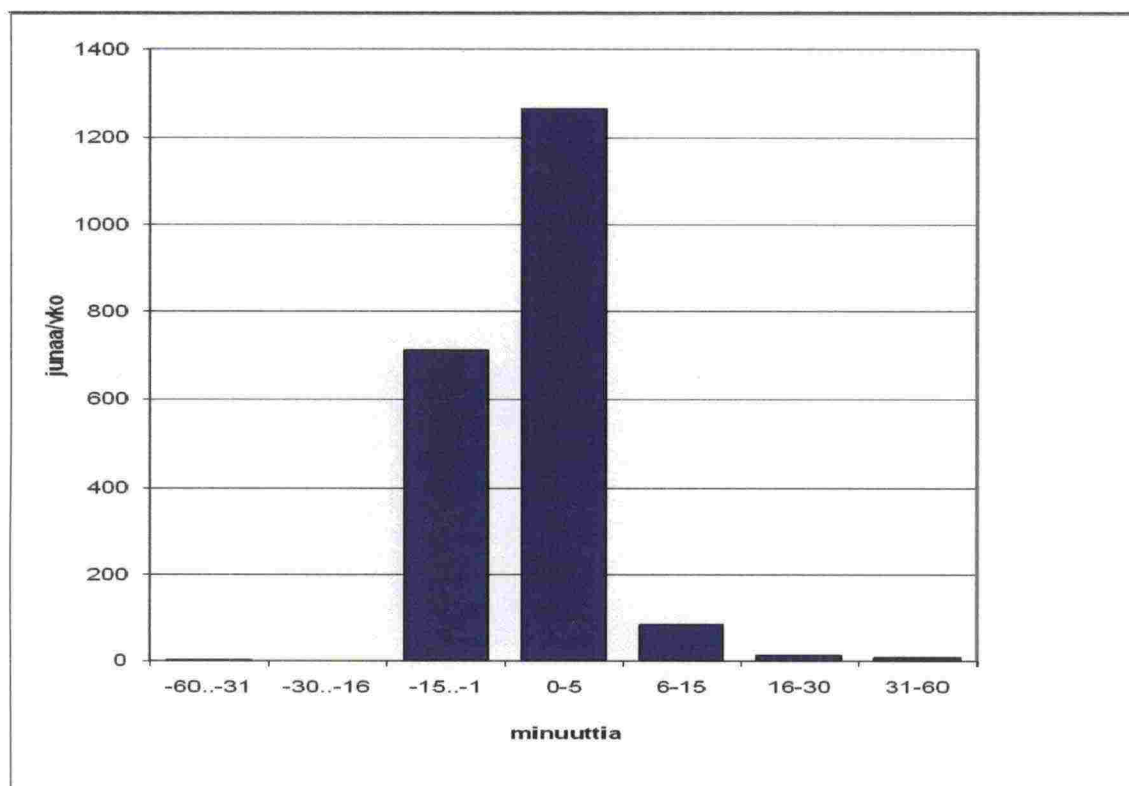
Kuvasta 7.6 nähdään, että myöhästymisminuuttien summan ollessa suuri on myös saavutettu täsmällisyys ollut heikko. Myöhästymisminuuteissa voi kuitenkin olla suuri ero vaikkakin saavutettu täsmällisyysprosentti on samaa luokkaa, kuvassa esimerkiksi tammikuu ja toukokuu.

#### 7.1.10 Täsmällisyyden luokittelu keston mukaan

Täsmällisyyden keston luokittelua on tarkasteltu kokeilemalla, paljonko on pieniä/kohtalaisia/merkittäviä myöhästymisiä prosentteina tai lukumääränä esitettynä. Tässä yhteydessä voidaan myös pohtia, pitäisikö kullekin ryhmälle asettaa erikseen tavoitteet ja onko täsmällisyystiedon käyttäjille yhdenmukaista, miten epätäsmällisyyden kestot jakautuvat eri suuruusluokkiin. Matkustajalle harvoin on yhdenmukaista, onko juna 6 vai 60 minuuttia myöhässä, jolloin erisuuruisia myöhästymisiä pitäisi pystyä käsittelemään eri tavalla, esimerkiksi erisuuruisilla painokertoimilla. Painokerrointen määrittämisen pitäisi kuitenkin perustua asiakkaiden tutkittuihin arvotuserusteisiin, joita ei vielä ole selvitetty.

Kuvassa 7.7 on esitetty viikon kolme henkilöliikenteen aikataulupoikkeamat luokiteltuna keston mukaan seitsemään ryhmään. Mukaan on otettu myös etuajassa kulku.





Kuva 7.7 Henkilöliikenteen aikataulupoikkeamat keston mukaan luokiteltuna.

Suoritetun tarkastelun perusteella suurin osa junista kulki aikataulunmukaisesti tai poiketen alle 5 minuuttia aikataulusta. Etuajassa kulkeneiden junien osuus näyttää kuvassa suurelta, mutta poikkeamat olivat suuruudeltaan pieniä. Yli kuuden minuutin myöhästymisiä testijaksolla oli 83 kappaletta, 13 junalla oli yli 16 minuutin myöhästymisiä ja kolme junaa tätäkin pidemmän myöhästymisen. Yli 60 minuutin myöhästymisiä ei testijaksolle henkilöliikenteessä mahtunut. Nämä myöhästymiset on laskettu määräasemalle saapuneista junista. Kaikkien viikon aikana kulkeneiden junien matkan aikaisen täsmällisyyden laskenta käsin olisi ollut työlästä.

#### 7.1.11 Matkustajamäärällä painotettu täsmällisyys

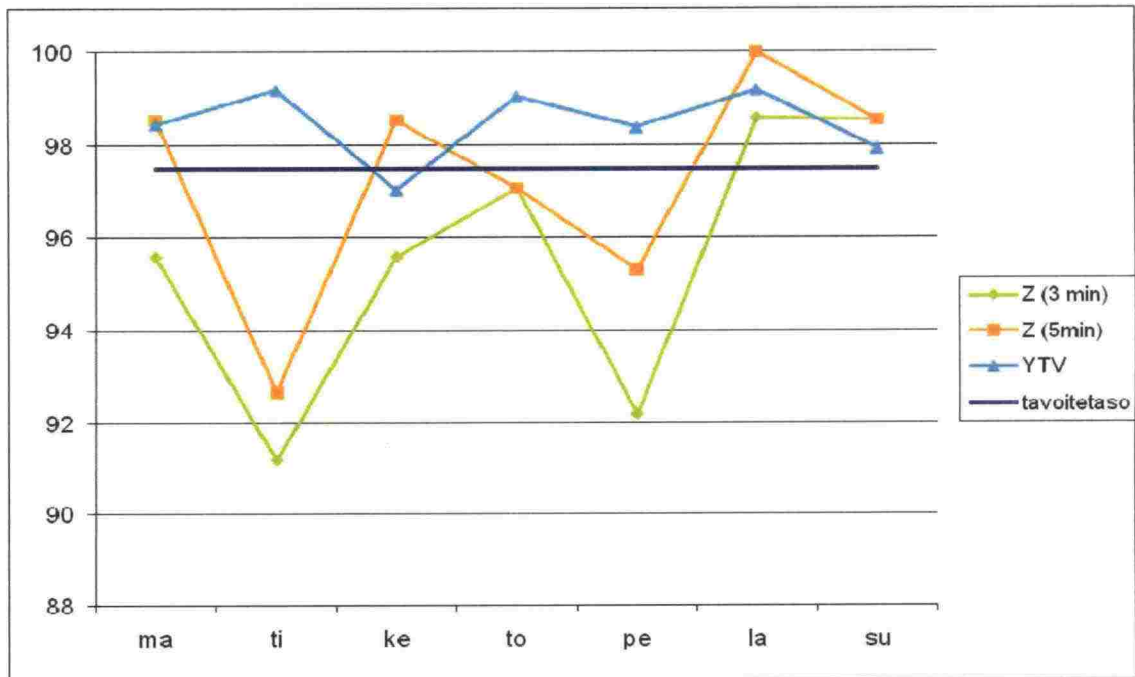
Matkustajamäärän avulla painottaminen perustuu VR Osakeyhtiön matkustajamäärätietoihin. Tarkasteltu perustuu yksittäisten junien matkustajatietoihin ja tuloksia on verrattu nykymittarin antamaan kuvaan samalta yhteysväliltä. Tehdyt arviot perustuvat VR Osakeyhtiön toteuttamiin laskelmiin (Blomqvist 2008b). Käytetyistä matkustajamäärätiedoista puuttuvat junasta lipun ostaneet, kuukausilipulla matkustavat sekä VR Osakeyhtiön oman henkilöstön tekemät matkat.

Kokeilussa junien täsmällisyyden ja matkustajien täsmällisyyden lasketut arvot poikkesivat toisistaan jopa 35,9 prosenttiyksikön verran. Täsmällisyydestulokset poikkesivat molempiin suuntiin eli junasta riippuen matkustajamäärällä painotettu täsmällisyys oli joko parempi tai heikompi kuin junan täsmällisyys. Tarkastelun perusteella on nähtävissä, että matkustajamäärällä painotettu täsmällisyys voi olla huomattavasti erisuuruinen kuin nykyisen täsmällisyydsmittauksen tulos. Tämä tukee sitä uuden mittarin ajatusta, että täsmällisyyttä tulisi mitata matkustajan, ei junan täsmällisyytenä.

Lähiliikenteelle ei ole tehty samantyyppistä testausta, josta voitaisiin nähdä, miten matkustajien täsmällisyyden kautta laskettu täsmällisyysprosentti muuttaa täsmällisyystasoa. Vertailua on vaikea suorittaa tarkkojen matkustajamäärätietojen puuttuessa.

### 7.1.12 Lähiliikenteen täsmällisyyden kaksi raja-arvoa

Lähiliikenteessä YTV-alueella ja YTV-alueen ulkopuolella uudessa mittarissa käytetään erisuuruista raja-arvoa. Uutena YTV-alueen ulkopuolella käytettävänä raja-arvona on kokeiltu henkilökaukoliikenteessä käytössä olevaa 5 minuuttia. Kuvassa 7.8 näkyy kuinka esimerkkinä linjan Z, joka liikennöi Helsinki–Lahti väliä, täsmällisyystaso paranee muutettaessa täsmällisyyden raja-arvoksi nykyisen 3 minuutin tilalle 5 minuuttia.



Kuva 7.8 Täsmällisyystasot YTV-linjat, nykyinen Z-linja ja uuden mittarin mukainen 5 minuutin raja-arvolla laskettu Z-linja.

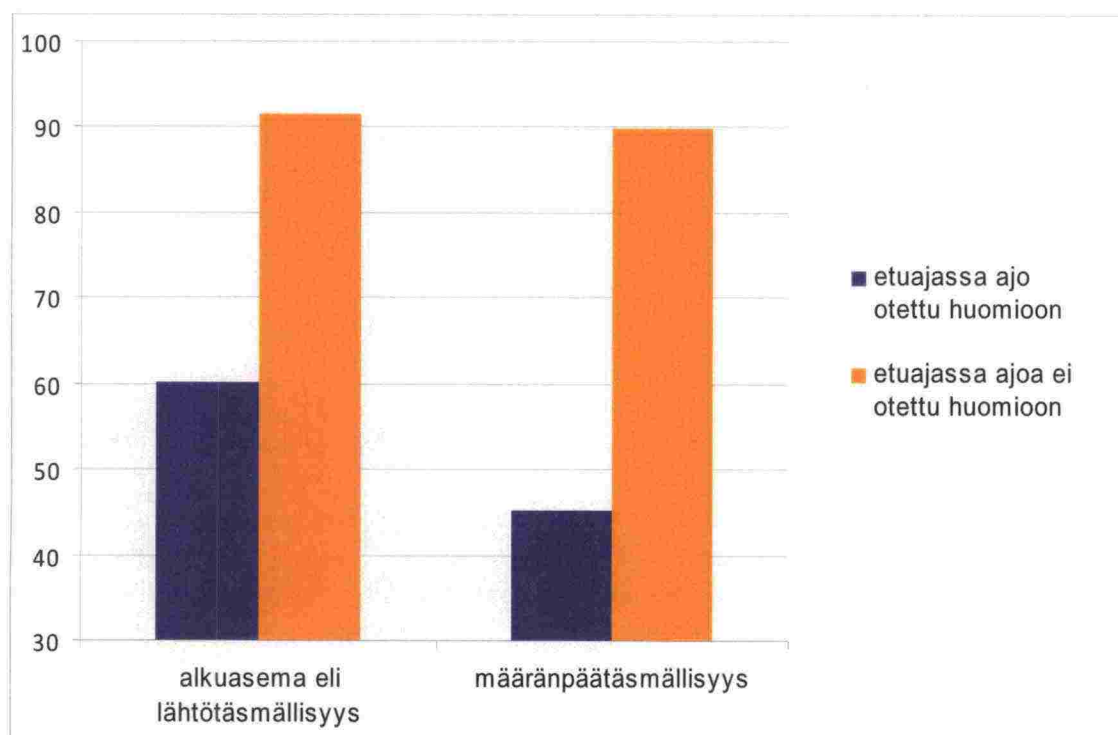
Kuvassa 7.8 näkyvät yhä eri päivien saavutetun täsmällisyyden erot, mutta saavutetussa täsmällisyystasossa voidaan 5 minuutin raja-arvolla onnistuneessa liikenteessä päästä YTV-lähiliikenteen tasolle. Kuvassa on esitetty myös tavoitteeksi asetettu taso 97,5 %, johon linjan Z osalta päästään, neljänä päivänä seitsemästä, kun täsmällisyyden mittauksen raja-arvona on 5 minuuttia. Kolmen minuutin raja-arvolla tämä taso onnistutaan tavoittamaan testiviikolla ainoastaan kahdesti.

Lähiliikenteen pitkien linjojen poikkeava mittari näyttää tämän perusteella olevan toimiva, sillä se ei näytä poistavan kokonaan täsmällisyystason muutoksia, mutta täsmällisyystasossa ja tavoitteiden saavuttamisessa on nähtävissä selkeä muutos parempaan suuntaan.



### 7.1.13 Lähtö- ja saapumistäsmällisyys tavaraliikenteessä

Tavaraliikenteessä on tarpeen seurata erikseen lähtö- ja saapumistäsmällisyyttä. Näin on tehty jo nyt, mutta täsmällisyys on esitetty yhtenä määränpäättämällisyyteen perustuvana prosenttilukuna. Uusi mittari esittää erikseen saavutetun lähtötäsmällisyysprosentin ja nykyisen määränpäättämällisyyden kuten kuvassa 7.9 on rinnakkain esitetty.



Kuva 7.9 Erot tavaraliikenteen lähtö- ja määränpäättämällisyyden välillä.

Kuvassa 7.9 on esitetty tavaraliikenteen vuoden 2008 viikon 3 täsmällisyys, niin lähdössä kuin määräasemalla. Kuvassa on myös vertailtuna tulos riippuen siitä, onko etuajassa kulku luettu mukaan täsmällisyyden laskentaan vai ei. Täsmällisyyden raja-arvona on käytetty nykyistä 15 minuutin poikkeamaa aikataulusta. Suuria eroja lähtö- ja määränpäättämällisyyden välille tulee vasta, jos laskennassa otetaan huomioon myös etuajassa kulku epätäsmällisyytenä.

Tuloksen perusteella tavaraliikenteessä etuajassa kulun ottaminen huomioon muuttaa täsmällisyytuloksia merkittävästi. Ilman etuajassa kulun ottamista huomioon ei lähtö- ja saapumistäsmällisyydessä ole merkittävää eroa.

## 7.2 Uuden mittarin analyysi

Tässä luvussa uutta mittaria tarkastellaan verraten sitä nykymittariin ja sen puutteisiin, mutta toisaalta mittaamisen teorian kautta niin, että samat asiat kuin nykytilasta tulee kohtuudella tarkasteltua. Uuden mittarin analyysi perustuu teoriaan ja uuden mittarin testaukseen.

### 7.2.1 Mittarin toimivuuden analyysi

Uusien mittareiden tulee täyttää tiettyjä vaatimuksia. Aiemmin esiteltyt vaatimukset informaation käyttökelpoisuudesta ja tehokkuudesta käytännöllisyyden ja havainnollisen esitystavan avulla (Neilimo & Uusi-Rauva 2005) sekä oikeellisuuden, tuoreuden, yhdenmukaisuuden, helppokäyttöisyyden, käytettävyyden, muunneltavuuden sekä tiedon varmistuksen ja suojauksen vaatimukset (Lecklin 1999) on pyritty ottamaan huomioon myös uuden rautatieliikenteen täsmällisyyttä tarkastelevan mittarin rakentamisessa.

Uuden mittarin toimivuutta arvioitaessa voidaan toistaa uudelleen nykymittarin analyysin yhteydessä esitetyt mittarin vaatimuksiin perustuvat kysymykset.

*Relevanttius; Onko uuden mittarin arvolla olennainen merkitys päätöksenteolle?*

Uusi mittari pystyy tuottamaan nykymittaria paremmin tietoa eri sidosryhmille ja erilaiseen tarpeeseen. Tietoa on saatavilla monelta tasolta, uusi mittari kuvaa täsmällisyyttä yleisesti pyrkien helposti ymmärrettävään kuvaukseen täsmällisyystasosta, mutta toisaalta mittari tarkentuu ja esimerkiksi täsmällisyyden syiden mittaaminen tuottaa erittäin konkreettista tietoa radanpitoon.

*Validiteetti; Onko uusi mittari soveltuva rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaamiseen, mitaako se sitä mitä halutaan?*

Uusi mittari antaa täsmällisyydestä todellista tilannetta tarkasti kuvaavan tilannekuvauksen. Uusi mittari pystyy tuottamaan sellaista tietoa, jota aiemmin ei ole ollut saatavilla, mutta joka on rautateiden liikenteen täsmällisyyden kannalta oleellista, kuten täsmällisyyden suhteuttaminen liikenteeseen ja matkustajamääriin.

Täsmällisyyden tietotarpeet liittyvät asiakasnäkökulman lisäksi syiden tunnistamiseen ja aikataulusuunnitteluun. Näihin tarpeisiin uusi täsmällisyysmittari tuottaa tietoa, mutta ei pysty tuottamaan tietoa, joka suoraan tuottaisi tietoa näihin prosesseihin. Uuden mittarin tuloksia täytyy tulevaisuudessakin osata lukea.

*Yksinkertaisuus; Onko uusi mittari helppokäyttöinen?*

Uusi mittari on nykymittaria monimuotoisempi. Nykymittarin yksinkertaisuus on ollut yksi sen vahvoista ominaisuuksista. Uuden mittarin kohdalla ei mittaamenetelmiä voida ilmaista yhtä yksinkertaisesti, joten uutta mittaria voidaan pitää haastavampana ja sen menettäneen osan yksinkertaisuudesta ja helposta lähestyttävyydestä, joka nyky-mittarilla on.



Reliabiliteetti; *Onko uusi mittari luotettava mittauksia toistettaessa?*

Uusi mittari on luotettava, kun kyseessä on mittaus, jossa tarkastelun kohteena on junien täsmällisyys. Asiakastyytyväisyysmittauksien toistettavuus ei ole yhtä helposti varmistettavissa kuin muiden uuden mittariston täsmällisyysmittausten. Kyselyn kohteena olevat matkustajat tai tavaraliikenteen asiakkaat voivat vaihtua ja eri ihmiset arvottavat asioita erilailla. Tämän mittauksen luotettavuuden puutetta mittauksia toistettaessa voidaan vähentää käyttämällä laajaa ja monipuolista haastateltavien joukkoa.

Mittareihin, jotka sisältävät lähtötiedon manuaalisen kirjauksen, liittyy sama inhimillisestä toiminnasta johtuva virhemahdollisuus kuin nykyisessä mittarissa. Virhemahdollisuus ei ole niin merkittävä, että se vaikuttaisi olennaisesti mittareiden antamiin tuloksiin.

Uuden mittarin mittaustarkkuus on minuutti kuten nykyisenkin. Mittaustarkkuus voi parantua, mikäli tiedonkeruujärjestelmät kehittyvät. Nykyisessä tilanteessa minuutin tarkkuudella saadaan täsmällisyydestä ja täsmällisyystilan muutoksista riittävän hyvä kuva.

### 7.2.2 Vaikutukset

Uudessa mittarissa tuodaan täsmällisyyden mittaukseen mukaan myös myöhästymiset väliasemilla. Todelliseen junien kulkutilanteeseen tätä mittarin laskentatapaa on käytetty tapaustutkimuksessa kohdassa 7.1.3 ja tarkastelun perusteella väliasemien täsmällisyyden ottaminen huomioon muutti täsmällisyystulosta. Viikon testijakson 12 junalla täsmällisyystulokset uuden ja nykyisen mittausten välillä poikkesivat osittain useiden prosenttiyksiköiden verran. Uusi mittaustapa näyttäisi esimerkin perusteella muuttavan saavutettua täsmällisyystasoa.

Peruttujen junien kirjaaminen myöhästyneiksi vaikuttaa uuden mittarin avulla saatavaan täsmällisyystasoon. Toistaiseksi vaikutus on kuitenkin pieni, sillä peruttuja junia on nykytilassa hyvin vähän. Uuden täsmällisyysmittarin arvioinnissa on kuitenkin katsottu tulevaan, jolloin toimijoita verkolla voi olla useampia. Peruttujen junien määrän ei odoteta kasvavan merkittävästi, mutta tulevaisuudessa perutuilla junilla voi olla jo merkitystä kokonaistäsmällisyyden kannalta.

Käytettyihin täsmällisyyden aika-rajoihin ei ole perusteltua tehdä muutoksia kuin lähiliikenteen osalta. Muutokset raja-arvoissa edellyttäisivät myös tavoitteiden uudelleen asettamista ja rinnalla tulisi vertailtavuuden säilyttämiseksi jatkaa mittausta nykyisillä raja-arvoilla. Raja-arvon muuttamisen vaikutukset olisivat suuremmat kuin siitä saadut hyödyt.

Uuden mittarin vaikutukset liikenteeseen ovat nähtävissä vasta myöhemmin. Tavoitteena uudella mittarilla on muuttaa ainoastaan tapaa, jolla täsmällisyyttä seurataan, täsmällisyystilan muutoksia arvioidaan. Joillakin muutoksilla mittaustavoissa voi kuitenkin olla vaikutusta liikennöintiin, jonka taustalta löydetään aina yksilöinä toimivia ihmisiä, esimerkiksi kuljettajia ja liikenteenohjaajia. Täsmällisyyden liian kovien tavoitteiden ja tarkkojen mittareiden kääntöpuolena voi olla rautatieliikenteen

turvallisuuden riskeeraaminen. Japanissa kuljettajan yritys ajaa kiinni tiukkaa aikataulua ja ehkäistä myöhästyminen aiheutti suistumisonnettomuuden.

Uudesta rautateiden täsmällisyysmittarista saadaan entistä tarkempaa tietoa täsmällisyydestä ja sen vaikutuksista. Erityisesti vaikutusten tunteminen voidaan uuden mittarin avulla ottaa rataverkon suunnittelussa huomioon. Uusi mittari mahdollistaa entistä paremmin täsmällisyyden ottamisen huomioon liikenteen suunnittelussa.

Rautateiden täsmällisyys kiinnosta mediaa erityisesti silloin, kun täsmällisyystilanne heikkenee ja myöhästymisiä ilmenee paljon. Uusi tapa mitata täsmällisyyttä voi yhtälailla kiinnostaa mediaa ja rautateiden asiakkaita. Erityisesti uudistukset, kuten matkustajien täsmällisyys ja täsmällisyys koko matkan ajalta voivat herättää kiinnostusta. Täsmällisyyden mittauksen kehitys voidaan nostaa liikennemuodon vahvuudeksi ja parantaa rautateiden imagoa korostamalla asiakaslähtöisyyttä.



## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Rautateiden palvelun laatua voidaan mitata täsmällisyyden avulla. Täsmällisyyttä taas on perinteisesti mitattu kellolla sekä aikataululla ja määritetty junan täsmällisyys myöhästymisten suuruuden kautta. Täsmällisyys on ollut laadun mittari.

### 8.1 Täsmällisyyden mittaaminen

Mittaaminen on asioiden tilan esittämistä ja kuvaamista sekä niiden keskinäisten mittasuhteiden jäsentämistä ja luokittelua. Tämä näkyy hyvin myös rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaamisessa. Halutaan kuvata täsmällisyyttä ja verrata tätä aiempaan, sekä luokitella myöhästymisiä erilaisten tekijöiden avulla.

Nykyisen täsmällisyysmittari koostuu yksinkertaisesta mittarista, mutta tämän lisäksi seuranta tehdään laajemmin ja täsmällisyystilannetta analysoidaan mittaria kattavammin. Täsmällisyysmittaria ei näin ollen voida määritellä yksiselitteisesti, vain määräasemalla tapahtuvaksi täsmällisten junien osuuksien laskennaksi. Täsmällisyyden nykyinen mittaamenetelmä vaatii kehittämistä Suomessa. Tilanne on yhtäläinen muualla maailmassa ja yhteisten kansainvälisten mittauserusteiden puute on synnyttänyt tarpeen kehittää täsmällisyyden mittaamenetelmiä kansainvälisesti. Nykymenetelmässä on havaittavissa useita puutteita, joita voidaan korjata osin pieninkin muutoksina.

Täsmällisyyden mittaaminen oikein perustein ja toimivin mittarein on tärkeää. Yhtä tärkeää on myös se, että mittari tuottaa tuloksia, jotka ovat käyttökelpoisia ja ne tarjoavat halutun tiedon täsmällisyystilanteesta. Yleisesti, myös rautatieliikenteen kannalta, mittaaminen ja tunnuslukujen tuottaminen on toiminnan kehittämisen kannalta tärkeää. Keskeistä on havaita se, että mittareita arvioidaan ja kehitetään mittaustarpeiden mukaan, ei mittaamisen pakosta. Uutta mittaria rakennettaessa ei tule myöskään unohtaa mittaamisesta aiheutuvia kustannuksia. Mittaamisen kustannuksista sekä muista tarvittavista resursseista ja niiden jakautumisesta tulee sopia rautatieliikenteen täsmällisyyttä seuraavien tahojen kesken. Täsmällisyysmittausten avulla saatava hyöty voi olla vaikea määritellä, eikä mittareiden kustannusvastaavuutta voida helposti esittää.

Täsmällisyyteen vaikuttavia tekijöitä on paljon ja kaikkien tekijöiden vaikutusta ei voida tai ei ole tarkoituksenmukaista mitata erikseen. Täsmällisyyden mittaamisessa on tärkeää tuottaa täsmällisyydestä sellaista tietoa, jonka avulla toiminnan heikkoudet voidaan tunnistaa ja parantaa täsmällisyyttä. Mittarin tulee esittää täsmällisyytilan muutokset, johon yksityiskohtainen mittari ei aina ole käyttökelpoinen. Oleellisen täsmällisyydetiedon ja kehittämistarpeiden selvittämiseksi tarvitaan useampia täsmällisyysmittareita, jotka lähestyvät samaa tekijää eri näkökulmista. Näiden avulla täsmällisyydetietous saadaan käyttöön, suunnittelijoille ja kunnossapitäjille, jotka voivat ottaa täsmällisyyden parantamisen tavoitteeksi kaikissa prosesseissa. Täsmällisyyden mittaamisen käyttökohteita ovat muun muassa rautatieliikenteen ja radanpidon kehittäminen, asiakastytyväisyyden parantaminen, tiedottaminen, aikataulusuunnittelu ja kunnossapitoinvestointien kohdistaminen.

Täytyy muistaa, että rautatieliikenteessä laatu ja täsmällisyystavoitteet ovat olleet käytössä vasta viimeisen 15 vuoden ajan. Täsmällisyyden mittaamisen historia on huomattavasti lyhyempi kuin rautatieliikenteen. Täsmällisyyden mittaamisen historian ja toimintaympäristön muiden muutosten johdosta tulee täsmällisyysmittareiden kehitys muistaa suhteuttaa tähän aiempaan historiaan. Tulevaisuudessa täsmällisyysmittarit tulevat varmasti kehittymään asiakaslähtoisempään suuntaan, mutta kehitys voi viedä vielä useita vuosia.

## 8.2 Uuden mittarin käyttö

Perinteisesti mittarin on määritelty olevan yhtä kuin numeerinen kuvaus mitattavasta kohteesta, tässäkin tapauksessa. Täsmällisyyden uusi mittari käyttää kohteina eri tekijöitä kuten asiakasta tai junaa, ja tuottaa numeerisia arvoja näiden tekijöiden täsmällisyydestä. Uusi täsmällisyysmittari täyttää siis hyvin perinteisen mittarin määritelmän.

Tässä työssä kehitetty uusi mittaristo tarjoaa valikoiman erilaisia mittareita, joita voidaan vaihtelevasti käyttää erilaisiin tarpeisiin. Uuden mittarin käyttöönotto ei estä nykyisen täsmällisyysmittarin käyttöä. Uudella mittarilla voidaan parantaa saatavaa täsmällisyystietoa, mutta tämä tarkoittaa käsiteltävän tiedon lisääntymistä. Yhtä aikaa uuden mittarin käytön kanssa tarvitaan tietoteknisiä sovelluksia, jotka helpottavat täsmällisyysanalyysien laadintaa.

Rautatieliikenteen uudessa täsmällisyysmittaristossa on otettu huomioon matkustajänäkökulma luomalla matkustajien täsmällisyyteen perustuva mittari, epätäsmällisyyden vaikutukset määrittelevä mittari sekä koko matkan ajalla täsmällisyyttä seuraava mittari. Uudessa mittarissa otetaan huomioon eri kestoiset myöhästymiset ja matkustajan kokema 6 minuutin myöhästyminen tulee käsitellyksi eriarvoisena kuin 60 minuutin myöhästyminen.

Täsmällisyyden uusi mittari mahdollistaa palvelutason parannustoimenpiteiden kohdistamisen tärkeimmille rataosille. On tärkeää löytää rataverkolta ne kohdat, joissa ongelmat täsmällisyyden suhteen kertyvät, jotta ongelmiin voidaan puuttua. Uudessa mittarissa toiset yhteysvälit nousevat muita merkittävämmiksi, erityisesti kun painotus tapahtuu matkustajamäärillä. Täsmällisyystuloksista voidaan nähdä, millä asemilla matkustajat ovat eniten myöhässä. Täsmällisyyden parantamisen kannalta on tärkeää löytää ne kohteet, jossa samat syyt aiheuttavat paljon myöhästymisiä. Uuden mittarin avulla tätä tunnistustyötä pyritään helpottamaan.

Uusi mittari ei perustu kansainvälisesti yhtenäiseen menetelmään vaan suomalaisiin tarpeisiin. Kansainvälisesti yhtenäiselle täsmällisyysmittarille on kysyntää ja tulevaisuudessa päästäneen vielä rakentamaan uudet yhtenäiset mittausmenetelmät. Tässä työssä esitetyt uudet mittausmenetelmät toimivat kansainvälisessä kehitystyössä hyvänä tilannekuvauksena suomalaisesta täsmällisyysmittauksesta ja sen kehitystarpeista. Suomalaista mittaria voidaan käyttää myös esimerkkinä uudesta, yksityiskohtaisemmasta täsmällisyysmittarista.

Täsmällisyyden mittaamiseen ei kuitenkaan tule luoda tarpeettomia mittareita, sillä liian monta mittaria voi heikentää koko mittaamista. Uusia mittareita käyttöönotettaessa on



hyvä esittää kritiikkiä siitä, kuinka monta mittaria tarvitaan yhden asian mittaamiseen. Valinnan suorittaa joku muu, tässä työssä on tuotu esille se mittausvalikoima, jota voidaan käyttää.

Kaikista täsmällisyysmittaristo eri mittareista käyttökelpoisemman valitsevat käyttäjät. Tarpeet ohjaavat mittareiden käyttöönottoa. Kaikille mittareille ei ole tarpeen heti löytyä käyttäjiä eikä tietoteknistä tukea, mittareita on mahdollista ottaa käyttöön pikkuhiljaa järjestelmien kehittyessä.

Täsmällisyystiedon käyttökohteet voivat muuttua ja karttua uuden mittarin tarjoaman tiedon myötä. Asiakkuuksien hallinta ja viestintä ovat kohteita, joissa täsmällisyystietoa on tulevaisuudessa mahdollista hyödyntää enemmän kuin nyt. Täsmällisyystiedolla on merkittävä rooli investointien suunnittelussa ja aikataulusuunnittelussa, haasteena on laajentaa käyttökohteita ja tuoda täsmällisyystiedon käyttö luonnolliseksi osaksi kaikkia suunnitteluprosesseja.

Uuden mittarin testaus osoitti, että esitettyjen muutosten avulla voidaan täsmällisyyttä kuvata paremmin ja että uusi mittaristo antaa täsmällisyydestä nykytilannetta monipuolisemman ja tuloksiltaan nykytilanteesta poikkeavan kuvan. Testaus myös osoitti, että moni uuden mittarin laskentaan tarvittava muuttuja on jo nyt täsmällisyysseurannan piirissä, mutta niitä ei ole mittareissa hyödynnetty aiemmin. Rautatieliikenteen täsmällisyydestä on Suomessa paljon informaatiota, jota ei ole järjestelmällisesti seurattu. Uusi mittari vastaa tähän haasteeseen ja uuden tiedon lisäksi jäsentää jo seurannassa olevaa tietoa.

Kilpailun avautuessa ja uusien toimijoiden tullessa rataverkolle tulee täsmällisyyden mittaamiseen olla selkeät perusteet ja vaatimukset. Ratahallintokeskuksen rooli täsmällisyyden mittaamisessa tulee olla selkeä ja sen tulee vastata teknisten järjestelmien tuottamisesta. Kilpailun avautuessa täsmällisyyden mittaus täytyy siirtyä nykyiseltä liikennöitsijältä rataviranomaiselle. Tämän muutoksen johdosta täsmällisyyden mittauksen nykytilan ymmärtämiselle ja uuden mittarin kehitykselle on Ratahallintokeskuksessa selkeä vaatimus, ja tämä työ vastaa osaltaan tähän vaatimukseen.

Ratahallintokeskuksella on suuri vastuu uuden täsmällisyysmittarin tunnettavuuden luomisessa, mutta myös nykyisen liikennöitsijän VR Osakeyhtiön vastuulla on merkittävässä määrin mittaaminen ja käyttöönotto. Uudessa mittarissa on muuttujia, jotka vaativat liikennöitsijältä saatavia tietoja asiakkaista. Matkustajatiedon kerääminen ei voi tapahtua yksin rataviranomaisten työnä. Liikennöitsijän rooli täsmällisyystyössä on tunnistettu, ja se on merkittävä. Täsmällisyyden mittaus ja kehitystyö parantavat myös liikennöintimahdollisuuksia ja lisäävät liikennöitsijän palvelun laatua, joten heidän osuutensa täsmällisyyden mittauksessa on myös heidän omien tavoitteiden näkökulmasta perusteltua.

Uuden mittarin käyttöönottoon liittyy vielä epävarmuuksia. Muun muassa se, miten uusi mittari voidaan teknisesti toteuttaa tai miten tiedon käsittelyn automatisointia voidaan lisätä. Mittariston käyttöönotto voi vaikeutua ja viivästyä, jos teknisiä ratkaisuja mittariston mahdollistamiseksi ei tehdä. Kuitenkin jo työn aikana on täsmällisyyden mittaamisessa nähty muutoksia, esimerkiksi huhtikuun täsmällisyys ilmoitettiin myös



lukuna, jossa on otettu huomioon perutut junat. Tämä osoittaa tässä työssä mittariin kohdistetun kritiikin olevan perusteltua. Nopeat muutokset mittaamisessa viestivät myös siitä, että uusi mittari olisi nopeasti ja helposti toteutettavissa.

Uusi mittari mahdollistaa ja vaatii uusien tavoitteiden asettamista. Aiemmat tavoitteet ovat yhä käyttökelpoisia nykyisen mittarin tavoitteina, mutta uudentyypeisiä mittareita varten tulee asettaa uusia, entistä asiakaslähtöisempiä tavoitteita. Tavoitteita asettavat monet tahot ja tulee varmistaa, että mittareiden tuottamat tunnusluvut on ymmärretty ja mittareiden avulla on mahdollista tuottaa asetettuja tavoitteita seuraavia tunnuslukuja. Uusi mittari mahdollistaa täsmällisyyden seurannan entistä tarkemmin, jolloin se mahdollistaa myös erilaisten tavoitteiden asettamista, sekä kukin toimija itselleen, että vaatimuksina eri toimijoiden kesken.

Täsmällisyyden mittaamiseen liittyen on aihetta miettiä, mitä varten toimintaa harjoitetaan, mihin investoinneilla pyritään. Juna on väline, jolla asiakkaiden tarpeisiin vastataan osana rautatiejärjestelmää. Puutteet täsmällisyydessä tulisi lähteä myös niistä puutteista, joita liikenteen käyttäjät kokevat, ei puutteista, jotka järjestelmä kokee. Käyttäjien myöhästymisten kautta tulisi löytää ne tekijät, joilla koko järjestelmää kehitetään parempaan suuntaan. Liikennettä ei kehitetä ja investointeja kohdenneta, jotta junilla olisi paremmat liikennöintimahdollisuudet, vaan jotta asiakkaiden täsmällisyys paranisi.

### **8.3 Jatkotutkimusaiheet**

Tämän tutkimuksen edetessä esille nousi useampia aiheita, joita rautatieliikenteen täsmällisyyteen liittyen tulisi vielä tutkia lisää.

#### **Täsmällisyysanalyysit ja niiden automaatioaste**

Täsmällisyysanalyysien käyttömahdollisuudet ja niiden toteuttaminen automaattisesti vaativat lisää selvittämistä. Muun muassa miten täsmällisyyttä voidaan käyttää aikataulusuunnittelussa tai kuinka täsmällisyysanalyysien matemaattiset mallit ovat rakennettavissa. Tutkittavaksi jää myös millainen tulee olla täsmällisyysanalyysien tietojärjestelmistä saatava automaation määrä ja kuinka paljon täsmällisyysanalyysit ovat vielä asiantuntijatyötä.

#### **Täsmällisyysmittarin reliabiliteetti ja validiteettitarkastelu**

Täsmällisyysmittareiden toimivuutta ja mittarin merkitystä päätöksenteossa tulee tutkia tarkemmin ja selvittää uuden mittarin käyttöönoton jälkeen, miten se on vastannut näihin tavoitteisiin. Tulevaisuudessa voidaan tutkia tarkemmin sitä, mittaako uusi mittari sitä, mitä halutaan tai millaisin muutoksin mittaria voidaan kehittää eteenpäin.

#### **Täsmällisyys ja asiakkaiden vaatimukset**

Selkeä haaste tulevaisuudessa on tutkia asiakkaiden vaatimusten suhdetta täsmällisyyteen. Näiden kahden tekijän välisessä yhteydessä kiinnostavia tutkimuskysymyksiä ovat muun muassa millaisia ovat asiakkaiden vaatimukset täsmällisyyden suhteen ja miten rautatieliikenteen erilaiset asiakkaat arvottavat aikaa. Asiakkaiden

vaatimuksien tunnistaminen auttaa myös suuntaamaan täsmällisyyden mittaamista asiakasnäkökulmasta oikeaan suuntaan.

### **Täsmällisyys ja rautatieliikenteen uudet toimijat**

Tutkittavaa ja paljon tunnistamattomia tekijöitä liittyy rautatieliikenteen kilpailun realisoituessa täsmällisyyden seurantaan ja mittaamiseen. Nykyisin rautatieviranomaisen seuraa täsmällisyyttä ainoastaan yhden liikennöitsijän liikenteeseen perustuen ja yhteistyössä tämän kanssa. Täsmällisyyden mittaamisen muutokset uusien toimijoiden tullessa mukaan on kysymys, jota tulisi tutkia lisää.

### **8.4 Kehitystyöaiheet**

Rautatieliikenteen täsmällisyyden uuden mittarin rakentaminen ei yksin riitä, sillä täsmällisyyteen liittyen on tunnistettavissa kehitystyöaiheita.

#### **Raportointi**

Ensimmäinen kehitystyöaihe on, miten täsmällisyydestä voidaan raportoida, millaisia koosteita siitä voidaan tulevaisuudessa laatia ja kenen vastuulla tämä on. Täsmällisyyden raportointi on mittaamisen rinnalla tärkeää ja avoimuus lisää tilanteen ymmärrystä. Poikkeamatilanteiden ja kokonaistäsmällisyyden viestintä tapahtuu niin liikennöitsijän kuin viranomaistahon puolesta ilman selkeää yhteistä linjaa. Vastuu ja tehtävät täsmällisyysviestinnässä tulee jakaa selkeästi eri toimijoiden välillä.

Rataviranomaisilla ja liikennöitsijällä on suunnitelmia täsmällisyysraportoinnin kehittämistä. VR Osakeyhtiö on muun muassa päättänyt aloittaa tiedottamisen matkustajajunien täsmällisyydestä kahden kuukauden välein. Ajankohtainen liikennetilanne on myös asiakkaiden näkyvillä VR Osakeyhtiön Internet-sivuilla. Kaikki täsmällisyystieto ei kuitenkaan ole julkista. Rautateillä liikennöitsijöitä voi olla useampia, jolloin liikennöitsijät, rautatieyritykset eivät halua paljastaa liian tarkkoja tietoja suorituskvyytään, vaikka tämä tieto olisi täsmällisyystyön kannalta tärkeää.

Julkisuudessa täsmällisyydestä puhutaan useimmiten VR Osakeyhtiön ongelmana ja heidän juniensa myöhästelystä. Osan myöhästymisistä aiheuttaa kuitenkin rataverkko ja tällöin vastuu on Ratahallintokeskuksella. RHK:n rooli täsmällisyysviestinnässä ja täsmällisyystuloksista raportoinnissa tulee määritellä selkeästi, jotta eri toimijoiden vastuut hahmottuvat myös ulkopuolisille. Tulevaisuudessa toimijoiden määrän mahdollisesti lisääntyessä on tehtävänjaon raportoinnin ja viestinnänkin suhteen oltava selvä. Ratahallintokeskus on lisännyt osaamistaan rautatieliikenteen täsmällisyystiedon hallinnasta ja on valmiimpi ottamaan vastuuta täsmällisyysviestinnästä.

Täsmällisyystiedotusta tulee viedä eteenpäin ja täsmällisyyden raportointia, myös mittauseriaatteista lisätä. Näin lisätään matkustajien tietämystä ja mahdollisesti tyytyväisyyttä palveluun. Esimerkki täsmällisyyden raportoinnista löytyy muun muassa Norjasta, suomalainen raportointi voi tosin poiketa tästä raportointimallista. Monikieliset ja julkisesti saataville asetettavat täsmällisyysraportit myös helpottavat kansainvälistä vertailtavuutta ja menetelmien harmonisointia.



Täsmällisyysraportoinnilla on mahdollista vastata erilaisiin käyttötarpeisiin ja raportteja voidaan laatia tämän perusteella useampia. Täsmällisyysraportointia voidaan tehdä monella asteella, joiden välillä muun muassa tiedon yksityiskohtaisuus ja julkisuus voi vaihdella. Täsmällisyystiedosta voidaan tuottaa helposti ymmärrettävää yleistietoa kaikkien saataville sekä asiantuntijoille suunnattuja yksityiskohtaista tietoa sisältäviä raportteja.

### **Täsmällisyyden tulosten analysoinnin automatisointi**

Täsmällisyyden laskennassa käytettävä tieto saadaan Juse-järjestelmästä. Sieltä saatava tieto on vielä hajanaista, eikä järjestelmä tuota automaattisesti täsmällisyyttä kuvaavia tunnuslukuja. Juse-järjestelmän kehittäminen tai uuden järjestelmän rakentaminen, josta saataisiin helpommin suoraan täsmällisyyteen liittyviä tunnuslukuja, olisi tulevaisuudessa tarpeen. Tulosten tulkinnasta ei voi poistaa asiantuntijoiden tarvetta, tavoitteeksi olisi kuitenkin hyvä asettaa asiantuntijoiden työn helpottaminen ja tulosten laadinnan automatisointi. Täsmällisyystulosten analysoinnin automaatiota voidaan edistää asettamalla automaatio tavoitteeksi kehitettäessä tulevaisuuden tietojärjestelmiä.

### **Myöhästymisien syiden tunnistaminen rataosittain**

Rautatieliikenteen poikkeamien tunteminen on tarpeen, jotta niitä aiheuttaviin syihin voidaan puuttua. Myöhästymisiä aiheuttavat tekijät tulee pystyä paikantamaan rataverkolla. Ei riitä, että tiedetään, millaisia poikkeamia tai myöhästymisiä tapahtuu, vaan täytyy pystyä löytämään ne hyvinkin tarkat sijainnit, joissa poikkeama syntyy. Ilman sijaintitietoa on vaikea korjata niitä tekijöitä, jotka rataverkon kunnossa aiheuttavat myöhästymisiä.

### **Sekundääristen myöhästymisten linkittäminen primäärisyyille**

Yhtenä tässä työssä esille nousseena kehitystyöaiheena on sekundääristen myöhästymisten yhdistäminen primääriseen myöhästymiseen. Sekundäärisiä myöhästymisiä on merkittävä määrä myöhästymisistä ja myöhästymisketjut voivat olla pitkiä. Myöhästymisen pituus vaikuttaa syntyviin sekundäärisiin myöhästymisiin kasvattaen niiden määrää. Sekundääristen myöhästymisten syykirjausta tulisi kehittää niin, että aiheuttava primäärisyy voitaisiin kirjata myös sekundääriselle myöhästymiselle syyksi. Tämän avulla syyt, jotka aiheuttavat eniten myöhästymisiä, korostuisivat. Myöhästymisketjut ovat usein niin pitkiä, että tämä ei ole ollut mahdollista nyky menetelmien avulla.

### **Asiakkaiden arvostuksen selvittäminen**

Uuden mittarin luomisessa tarvitaan tarkempaa tietoa asiakkaiden, matkustajien sekä tavaraliikenteen asiakkaiden, elinkeinoelämän arvostuksista. Täsmällisyyden tietyn näkökulman korostamisen kertoimia ja painotuksia ei voida määrittää tarkasti tuntematta asiakkaiden tapaa arvottaa palveluita. Erilaisilla asiakkailla on erilaiset arvotusperiaatteet ja esimerkiksi junamatkustajan ja kuljetuspalveluita ostavien tahojen ajan arvotus on hyvin erilaista. Liikennöitsijällä on asiakkuustiedon keräämisessä merkittävä rooli.



## 8.5 Työn arviointi

Työn tavoitteena oli selvittää, miten rautatieliikenteen täsmällisyyttä seurataan ja millaisin mittarein sitä mitataan. Työssä etsittiin Suomessa käytössä olevan täsmällisyysmittarin vahvuuksia ja heikkouksia ja kehitettiin uusi täsmällisyysmittari. Tässä työssä vastattiin asetettuihin tavoitteisiin rautatieliikenteen laadun mittaamisesta ja onnistuttiin tunnistamaan nykyisen täsmällisyysmittauksen puutteet ja haasteet sekä luomaan uusi mittari.

Nykyisestä täsmällisyysmittarista ja sen taustoista on vain vähän kirjallista materiaalia ja tästä johtuen täsmällisyyden mittaamisen kokonaisuuden hahmottaminen voi olla vaikeaa. Toivon tämän työn selkeyttävän tilannetta kuvaamalla myös nykymittaria. Työn tavoitteena ei kuitenkaan ollut nykytilan tarkka kuvaus vaan paino on kohdistettu nykytilan analyysiin ja uuden mittarin rakentamiseen.

Tässä työssä tavoitteeksi asetettu suomalaisen täsmällisyysmittariston kehittäminen onnistui ja pystyttiin myös perustelemaan uuden mittarin tarve, muun muassa testaamalla uuden mittarin toimintaa.

Mielenkiintoista on tulevaisuudessa nähdä, miten työssä esitetyistä uusi mittaristo otetaan käyttöön ja millainen on aikataulu, jolla muutoksia täsmällisyyden mittauksessa voidaan tehdä. Pienimpiä muutoksia rautatieliikenteen täsmällisyyden mittaamisessa Suomessa odotan jo hyvinkin pian. Peruttujen junien huomioon ottamien täsmällisyysprosentin laskennassa on tästä hyvä esimerkki.

## 8.6 Loppusanat

Rautateillä liikennettä hoidetaan RHK:n hallinnoimalla rataverkolla ja kullekin käyttäjälle jaetaan aikatauluihin sidotut vuorot käyttää verkkoa. Rautateiden asiakkaita palvelee näiden aikataulujen mukaisesti. Matkustajat suunnittelevat matkansa annettujen aikataulujen mukaisesti ja tavaraliikenteen asiakkaat tilaavat kuljetuksensa tarpeidensa perusteella tavaraliikenteen aikataulujen puitteissa. Asiakkaat ovat siis sidottuja aikatauluun. Aikataulujen sitovuus myös velvoittaa, junien odotetaan kulkevan suunniteltujen aikataulujen mukaisesti, täsmällisesti. Ilman aikatauluja ei rautatieliikenteessäkään puhuttaisi nykyisenkaltaisesta täsmällisyydestä.

Täsmällisyyden mittaamisella on ohjaava vaikutus ja sen johdosta täsmällisyyden mittaamenetelmät tulee tarkistaa vastaamaan todellista tilannetta rautateillä. Kuten muitakin seurantajärjestelmiä, myös täsmällisyyden mittausta tulee aika ajoin päivittää.

Täsmällisyys on korostuneessa asemassa erityisesti henkilöliikenteessä ja saavutettu täsmällisyystila vaikuttaa merkittävästi asiakastytyväisyyteen ja rautateiden imagoon. Täsmällisyysmittauksilla voidaan vaikuttaa prosesseihin, joiden avulla täsmällisyyttä on mahdollista parantaa. Täsmällisyyden parantaminen puolestaan parantaa rautatieliikenteen kilpailukykyä muihin liikennemuotoihin nähden. Kilpailukyvyn paraneminen ja rautateiden hyvä imago lisäävät kysyntää ja siten liikennettä rautateillä. Rautateiden liikenteen kasvulla ja erityisesti sen osuuden kasvulla kaikista kulkumuodoista nähdään olevan monia hyviä vaikutuksia, muun muassa ympäristön kannalta.

## LÄHTEET

- AEA (Association of European Airlines) 2008, AEA Consumer Report for 4th Quarter and Annual 2007. Brussels, Belgium 01 February 2008. 14 s. Saatavissa: <http://files.aea.be/News/PR/Pr08-006.pdf>, viitattu 3.3.2008
- Aumala, Olli, 2001, Mittaustekniikan perusteet, 10. korjattu painos, Helsinki, Otatieto 223 s.
- Hamilton Booz Allen, 1999. Railtrack's Performance in the Control Period 1995-2001, Report for the Rail Regulator, 13th April 1999.
- Blomqvist Egon, 2008a. Henkilöliikenteen täsmällisyys kaukoliikenne/lähiliikenne/tavaraliikenne helmikuu, kuukausiraportit. VR Osakeyhtiö junaliikennöinti, ohjauspalvelu. 3.3.2008
- Carey Malachy, 1999. Ex ante heuristic measures of schedule reliability. Transportation Research Part B 33 s. 473–494
- Cole Bart, Cooper Christine, 2005. Making the trains run on time: the tyranny of performance indicators. Production Planning & Control, Vol 16, No.2, March 2005. s. 199–207
- Goverde, R. M. P. 2005. Punctuality of railway operations and timetable stability analysis. Thesis Series no.T2005/10, The Netherlands, TRAIL Research School. 293 s.
- Hansen Ingo A. 2001. Improving railway punctuality by automatic piloting. IEEE Intelligent Transportation System Conference Proceedings. Oakland, USA. August 25–29, 2001
- Hooghiemstra Jurjen S. & Teunisse Maurice J. G., 1998, The Use of Simulation in the Planning of the Dutch Railway services. Medeiros D.J., Watson E.F., Carson J.S. and Manivannan M.S. eds. in: Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference.
- Hölttä Tuula, Savonen Marja-Leena, 1997, Muutosvoimana laatujohdaminen, Oy Edita Ab, Helsinki 1997, 112 s.
- Ilmatieteenlaitos 2008. Tammikuun 2008 sää ja tilastot. Saatavissa: [http://www.fmi.fi/saa/tilastot\\_51.html#6](http://www.fmi.fi/saa/tilastot_51.html#6), viitattu 22.5.2008
- Infrabel, 2007, Résultats de ponctualité du 1er semestre 2007. Saatavissa: [https://www.infrabel.be/portal/page/portal/pgr\\_infr\\_e\\_internet/pag\\_society/Stiptheid#10-plan](https://www.infrabel.be/portal/page/portal/pgr_infr_e_internet/pag_society/Stiptheid#10-plan), viitattu 4.12.2007
- Jernbaneverket 2007. Punktlighetsrapport/ Punctuality Report 2006. Jernbaneverket, Oslo, mars 2007.



- Kandels, C., Gröger, T. 2005. Declaration of congested infrastructure in the network statement of the infrastructure manager Deutsche Bahn. Proceedings of the 1st International Seminar on Railway Operations. Delft, Alankomaat.
- Karinen Jarmo, 2003. Liiketoiminnan ohjaamisen mittausjärjestelmien vertailu: lisensiaatintutkimus. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto, 2003, 184 s.
- Kaydos W. 1999. Operational Performance Measurement: Increasing Total Productivity. Boca Raton, Florida, St. Lucie Press. 245 s.
- Kerosuo Martti 2002. Rautateiden tavoitteellinen palvelutaso tulevaisuudessa. Seminaaritiivistelmä, Väylät ja Liikenne 2002.
- Koivisto Tapio, Sahala Sami, Helminen Seppo, 2003. Junien kulun seurantaprojekti JUSE. määrittelydokumentti, 15.5.2003. 87 s.
- Kujansivu Paula, Lönnqvist Antti, Jääskeläinen Aki ja Sillanpää Virpi, 2007. Liiketoiminnan aineettomat menestystekijät. Talentum, Helsinki 2007. 204s.
- Laamanen Kai, 2005. Johda suorituskkyä tiedon avulla – ilmiöstä tulkintaan. Suomen Laatu keskus Oy, Helsinki, 2005. 433 s.
- Landstings-Revisorerna, 2006, Granskning av punktligheten i kollektivtrafiken, Projektrapport nr 6/2006, Revisionkontoret 2006-12-7
- Lecklin Olli, 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. Talentum, Helsinki, 2006. 5. uudistettu painos.
- LVM, 2006, Joukkoliikenteen palvelutasotekijöiden arvottaminen. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 36/2006, Helsinki, 2006. 74 s.
- LVM, 2007a, Joukkoliikenteen vaikutusten arviointi, yleisohje. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 50/2007, Helsinki, 2007. 118 s.
- Lönnqvist, A., Kujansivu, P. & Antikainen, R. 2006. Suorituskyvyn mittaaminen – tunnusluvut asiantuntijaorganisaation johtamisvälineenä. 2. uudistettu painos. Helsinki, Edita Publishing Oy. 162 s.
- Menetelmäopetuksen valtakunnallinen tietovaranto MOTV. 10.7.2007. Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto FSD, Tampereen yliopisto Saatavissa: <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/mittaaminen/mittaaminen.html/>. Viitattu 1.11.2007.
- Meyer, Marshall W, 2003 Rethinking Performance Measurement: Beyond the Balanced Scorecard, West Nyack, NY, USA, Cambridge University Press, 2003. 218 s.
- Mukula, Mikko, 2007. Aikataulusuunnittelu ja rautatieliikenteen täsmällisyys, Diplomi-työ. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto, Tuotantotalouden osasto. 116 s.



- Mäkelä Tommi, Säily Stiina & Mäntynen Jorma, 2002. Rautatieliikenne. Tampereen teknillinen yliopisto, Opetusmoniste 33. 3. painos, Tampere 2006.
- Mäkitalo Miika 2001. Vakioaikataulu junaliikenteen ja rautatieinfrastruktuurin kehittämiseksi. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A9/2001, Helsinki 2001.
- Mäntynen, Kallberg, Kalenoja, Kiiskilä, Rauhamäki, Salli, Vihanti, Alava, 2006. Liikennetekniikan perusteet. Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenne- ja kuljetustekniikan laitos, Opetusmoniste 41. Tampere, 2006.
- NEA Transport research and training, 2003. BOB Railway Case, Benchmarking Passenger Transport in Railways, Final Report, Rijswijk, The Netherlands, August 2003. 194 s.
- Neilimo Kari & Näsi Juha, 1980. Nomotettinen tutkimusote ja suomalainen yrityksen taloustiede. Tutkimus positivismiin soveltamisesta. Yrityksen taloustieteen ja yksityisoikeuden laitoksen julkaisuja, sarja A 2. Tampere 1980.
- Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. 2005. Johdon laskentatoimi. 6. uudistettu painos. Helsinki, Edita Prima Oy. 366 s.
- Nyström, Birre. 2005a. Punktlighet, Forskningsrapport, Luleå Tekniska Universitet. 2005:11, 53 s.
- Nyström, Birre. 2005b. Punctuality and Railway Maintenance. Licentiate Thesis 2005:41, Luleå University of Technology, Department of Applied Physics and Mechanical Engineering. 76 s.
- Ojala Jouni, Pursula Matti, 1994. Taajamien joukkoliikenteen suunnittelu ja hoito. Teknillinen korkeakoulu, Suomen Paikallisliikenneliitto ry. Otaniemi 1994. 238 s.
- Olsson Nils O.E. & Haugland Hans. 2004. Influencing factors on train punctuality- results from some Norwegian studies. Transport Policy 11, 2004. s. 387–397
- ORR, 2007. Office of Rail Regulation. Glossary, Saatavissa: <http://www.rail-reg.gov.uk/server/show/nav.001002>, viitattu 25.2.2007
- Rail Net Europe, 2005. Harmonization of Punctuality Standards. Report by the RNE working group "Quality & Operations". September 2005.
- Rantanen Hannu, Holtari Jami, 1999. Yrityksen suorituskyvyn analysointi. Tutkimusraportti 112. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, tuotantotalouden osasto, Lappeenranta 1999.
- RHK, 2008. Rataverkon kuvaus 7.1.2008. Ratahallintokeskuksen julkaisuja F1/2008, Helsinki 2008

- RHK, 2007. Verkkoselostus 2009. Ratahallintokeskuksen julkaisuja F2/2007, Helsinki 2007.
- RHK, 2006. Rautatieliikenne 2030: Radanpidon pitkän aikavälin suunnitelma. Ratahallintokeskuksen julkaisuja 2/2006. Helsinki 2006.
- RHK 2004. Ratainvestointien hankearviointiohje. Ratahallintokeskuksen julkaisuja B 12. Helsinki 2004
- Rautatievirasto 2008. Rautatiealan toimijat. Saatavissa:  
[http://www.rautatievirasto.fi/fi/rautatievirasto/rautatiealan\\_toimijat](http://www.rautatievirasto.fi/fi/rautatievirasto/rautatiealan_toimijat),  
 viitattu 5.5.2008
- Rietveld P., Bruinsma F.R. & van Vuuren D.J. 2001, Coping with unreliability in public transport chains: A case study for Netherlands. Transportation Research part A 35, 2001. s. 539-559
- Roos Göran, Fernström Lisa, Pionius Leena ja Ratas Taru, 2006. Aineeton pääoma: johdon käsikirja. Helsinki, Edita, 2006. 255 s
- SBB AG, 2007, SBB's Annual Report 2006. Saatavissa: [http://sbb-gb2006.mxm.ch/\\_pdf/RZ\\_Berichtsteil\\_e.pdf](http://sbb-gb2006.mxm.ch/_pdf/RZ_Berichtsteil_e.pdf). Viitattu 20.11.2007.
- Sipilä Anna, 2008. Rautatieliikenteen häiriöiden analysoinnin kehittäminen, diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, 107s.
- Sirkkiä Ari, Rosenberg Marja ja Innamaa Satu (VTT) 2004. Liikennehäiriöiden tunnistaminen pääkaupunkiseudun bussiliikenteessä. HKL B 4/2004.
- Skagerstad Ragnhild 2004. Kritiske prestasjonsindikatorer i jernbanedrift. NTNU, Jernbaneverket. Oslo 07. juni 2004. 84 s.
- SNCF, 2008. Réponse de Thierry. Saatavissa: <http://debats.sncf.com/feedbacks/109321-sncf-et-les-statistiques>. viitattu 19.3.2008.
- Suomen Pankki, 2008, muuntokurssi: 1 € = 2,20371 NLG. Saatavissa:  
<http://www.suomenpankki.fi/fi/tilastot/valuuttakurssit/muuntokurssit.htm>,  
 viitattu 4.3.2008
- Tiehallinto, 2005, Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2005, suunnitteluvaiheen ohjaus. Tiehallinto, Helsinki, 2005.
- UIC, 450-1, Real-time information exchange between infrastructure managers on international passenger and freight train running, 3<sup>rd</sup> edition.UIC
- UIC, 450-2, 2007, Exchange of data concerning the running of international passenger and freight trains between Infrastructure Managers for purpose of quality analysis, 4th edition, October 2007.UIC

UIC 407-2, 2001. Procedures for standardized punctuality analysis of international trains, 1<sup>st</sup> edition, 1 December 2001. UIC

Veenman Aad, 2003, First reliability, then capacity, Railway Gazette International, April, 2003.

Vromans Michiel, 2005. Reliability of Railway Systems, TRAIL Thesis series T2005/7, The Netherlands TRAIL Research School. 244 s.

VR-Yhtymä Oy 2008a, VR:n henkilöliikenne täsmällistä alkuvuonna, tiedote 06.03.2008. Saatavissa: [http://www.vr-konserni.fi/vakiolinkit/VR-konsernitiedottaa/news\\_374.html](http://www.vr-konserni.fi/vakiolinkit/VR-konsernitiedottaa/news_374.html), viitattu 28.3.2008

VR-Yhtymä Oy, 2008b. Yleistä VR henkilöliikenteestä. Saatavissa: <http://www.vr.fi/heo/yritysinfo/index.htm>, viitattu 3.4.2008

VR-Yhtymä 2008c. Reittikartta 12.8.2007 alkaen. Saatavissa: <http://www.vr.fi/heo/lahi/freittikartta2.htm>. viitattu 10.4.2008

VR-Yhtymä 2008d. Vuosikertomus 2007.

VR-Yhtymä 2008e, VR Cargo - luotettava osaja. Saatavissa: [http://www.vrcargo.fi/transpress/transpress\\_0602\\_sivu1.shtml](http://www.vrcargo.fi/transpress/transpress_0602_sivu1.shtml). Viitattu 2.6.2008

VR-Yhtymä 2008f, Osavuositarkastus tammikuu-huhtikuu 2008. Saatavissa: [http://www.vrkonserni.fi/index/vr\\_konserni/Taloustietoja/Osavuositarkastukset.html](http://www.vrkonserni.fi/index/vr_konserni/Taloustietoja/Osavuositarkastukset.html). viitattu 26.6.2008

VTT 2008. Pk-yrityksen riskienhallinnan työvälinesarja 2000–2008, Saatavissa: <http://www.pk-rh.fi/pdf/swot-ohje>, viitattu 8.4.2008

Wu Cheng-Lung, Caves Robert E. 2002. Towards the optimisation of reliability of aircraft rotations. Journal of Air Transport Management 8 (2002). s.419–426.

YTV 2008. Bussi- ja junaliikenteen säännöllisyys vuonna 2007. Julkaisematon selvitys. 25.1.2008.

YTV 2008b Vuosikertomus 2007. YTV:n julkaisuja 5/2008

JUSE, Junien kulun Seurantajärjestelmä.

Haastattelut:

Blomqvist Egon, VR Osakeyhtiö, 16.4.2008 Lähdemerkintä (Blomqvist 2008b)

Heinonkoski Risto, kunnossapitoyksikön päällikkö, RHK, 29.4.2008

Korhonen Antti, VR Osakeyhtiö 16.4.2008

Paavilainen Jari, Kehityspäällikkö, VR Osakeyhtiö, 1.4.2008.

Ronni Jukka, kehittämissyksikön päällikkö, RHK, 25.4.2008

Salonen Jukka, ylitarkastaja, RHK, joulukuu 2007



## RATAHALLINTOKESKUKSEN JULKAISUJA A-SARJASSA

- 1/2005 Sähköratamaadoitusten perusteet – suojarakenteet, rakennukset ja laiturirakenteet
- 2/2005 Kerava–Lahti-oikoradan ennen-jälkeen vaikutusarviointi, ennen-vaiheen selvitys
- 3/2005 Ratatietojen kuvaaminen – ratatietokanta ja verkkoselostus
- 4/2005 Kaakkois-Suomen rataverkon tavaraliikenteen kehittäminen
- 1/2006 Ratahallintokeskuksen tutkimus- ja kehittämisstrategia
- 2/2006 Rautatie ja sen vaarat osana lasten ympäristöä
- 3/2006 Matkustajainformaatiojärjestelmien arviointi Tampereen, Toijalan ja Hämeenlinnan rautatieasemilla
- 4/2006 Radan välityskyvyn mittaamisen ja tunnuslukujen kehittäminen
- 5/2006 Deformation behaviour of railway embankment materials under repeated loading
- 6/2006 Research and Development Strategy of the Finnish Rail Administration
- 7/2006 Rautatieliikenne 2030 -suunnitelman lähtökohdat ja vaikutustarkastelut
- 8/2006 Vanhojen, paalutettujen ratapenkereiden korjaus
- 9/2006 Ratarakenteessa käytettävien kalliomurskeiden hienoneminen ja routimisherkyys
- 10/2006 Radan stabiliteetin laskenta, olemassa olevat penkereet  
Kirjallisuustutkimus ja laskennallinen tausta-aineisto
- 11/2006 Rautatieinfrastruktuurin kehitystarpeet suuryksikkökuljetusten yleistyessä
- 12/2006 Pasilan aseman esteettömyyskartoitus ja toimenpideohjelma
- 1/2007 Akselipainon noston tekniset edellytykset ja niiden soveltuminen  
Luumäki–Imatra-rataosuudelle
- 2/2007 Radan kulumisen rajakustannukset 1997–2005
- 3/2007 Marginal Rail Infrastructure Costs in Finland 1997–2005
- 4/2007 Ratarakenteen kuormituksen määrittäminen stabiliteettitarkasteluihin
- 5/2007 Pohjois-Suomen rataverkon tavaraliikenteen kehittäminen
- 6/2007 Suomen rataverkon tärinäselvitys  
Kirjallisuuskatsaus ja tärinäkohteet vuosina 2000–2006
- 7/2007 Luvattomien radanylitysten välttäminen
- 8/2007 Maatutkatekniikan hyödyntäminen radan tukikerroksen kunnon arvioinnissa
- 9/2007 Markkinoilletulo ja rautatiemarkkinoiden muutos kotimaisen tavaraliikenteen avautuessa kilpailulle Suomessa
- 10/2007 Rautatieliikenne 2030 -suunnitelman liikenne-ennusteet
- 11/2007 Logistiikkakeskusten tie- ja ratayhteydet
- 1/2008 Aikataulusuunnittelu ja rautatieliikenteen täsmällisyys
- 2/2008 Rautatieliikenteen simuloinnin merkitys ratakapasiteettihakemusten yhteensovittamisessa
- 3/2008 Rautateiden liikkuvan kaluston kunnon valvonta runkoverkolla
- 4/2008 Raakapuukuljetusten tulevaisuuden haasteet
- 5/2008 Perussolmuraapihojen merkitys ja näkymät osana kuljetusjärjestelmää
- 6/2008 Tasoristeysten kansirakenteet
- 7/2008 Ratojen alusrakenteissa käytettyjen materiaalien routimisherkyys
- 8/2008 Kolarin seudun kaivoshankkeet
- 9/2008 Rataverkon pohjavesialueiden riskienhallinnan kehittäminen
- 10/2008 Rautatieliikenteen pitkän aikavälin suunnitteluprosessin kehittäminen
- 11/2008 Rautatieliikenteen häiriöiden analysoinnin kehittäminen
- 12/2008 Junan pyörävikojen havainnointi raiteeseen asennetulla mittalaitteella
- 13/2008 A Collaborative Process of Product Lifecycle Management for Railway Signalling Infrastructure
- 14/2008 Rataverkon jatkosähköistyksen hankearvioinnin päivitys



**RATAHALLINTOKESKUS  
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN**

Julkaisija:  
Ratahallintokeskus  
Kaivokatu 8, PL 185, 00101 Helsinki  
puh. 020 751 5111, fax 020 751 5100  
[www.rhk.fi](http://www.rhk.fi)

ISSN 1455-2604  
ISBN 978-952-445-251-9